ANATOMISCHE STUDIEN.

Contains also at end Hasse's Vergleich. Morphol. und Histol. d. Häutigen Gehörorgans der Wirbelthiere 1873.

HERAUSGEGEBEN

VON

D[R.] C. HASSE,

O. Ö. PROFESSOR DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT BRESLAU.

Erster Band.

Mit 36 lithographirten Tafeln.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1873.

VORREDE.

Der erste Band der anatomischen Studien, den ich hiermit abgeschlossen vorlege, verdankt dem Wunsche seinen Ursprung in successiver Reihenfolge die einzelnen Theile des menschlichen Körpers vergleichend anatomisch zu behandeln, die Kenntniss derselben wissenschaftlich zu begründen und in eingehender Behandlung den Nachweis der Richtigkeit des Darwin'schen Principes in den Einzelheiten zu liefern. Er soll überhaupt ein Zeugniss für meine Auffassung der anatomischen Wissenschaft ablegen. Wie weit das durch Hülfe der vergleichenden Morphologie, Histologie und Entwicklungsgeschichte gelungen, stelle ich der wohlwollenden Kritik meiner Fachgenossen anheim, die mich zu weiteren Schritten ermuntern würde. Ich glaube in diesem Bande wenigstens die Grundlage zu einer vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule und des Gehörorganes nicht allein, sondern auch eines nicht unbedeutenden und schwierigen Theiles des Schädels gelegt zu haben, wobei mir tüchtige Schüler mit Fleiss, Aufopferung und voller Ueberzeugung von der Richtigkeit des eingeschlagenen Weges zur Seite standen. Vieles fehlt, wie wir recht wohl wissen, allein den Vorwurf der Planlosigkeit und des steten Verlierens eines höheren Zieles wegen grosser

Fülle von Einzelheiten dürften wir wohl von der Hand zu weisen berechtigt sein. Möge es mir vergönnt bleiben, entweder allein, oder im Vereine mit jüngeren, strebsamen Kräften mit einigem Erfolge und mit der Anerkennung meiner Fachgenossen weitere Theile des menschlichen Körpers in organischem Zusammenhange mit den bereits untersuchten in derselben Weise zu behandeln.

Inhaltsverzeichniss.

Kupffer

I.

Die Cupula terminalis der Cyprinoiden

von

Dr. C. Hasse.

Unter dem Namen *Cupula terminalis* hat Lang »Das Gehörorgan der Cyprinoiden mit besonderer Berücksichtigung des Nervenendapparates«[1]) aus den Ampullen der karpfenartigen Fische ein Gebilde kennen gelehrt, an dessen Existenz zu zweifeln man um so weniger berechtigt war, da dieser Forscher manche treffliche Beobachtung über die complicirte Struktur des Gehörorgans gemacht. Es steht so einzig da innerhalb der in den verschiedenen Wirbelthierklassen so sehr übereinstimmenden Abtheilungen dieses wichtigen Sinnesorgans, dass sein Entdecker, dem leider ausgedehntes Material für seine Untersuchungen nicht zu Gebote stand, auf dem Wege der Hypothese das Räthsel zu lösen suchte, welches sich ihm darbot.

Lang beschreibt die einschlägigen Verhältnisse folgendermassen: »Auf der *Crista* der Ampullen befindet sich der Endapparat, zu dem die einzelnen Zweige des Ampullennerven hin verlaufen, der in zwei Aestchen getheilt alsbald sich ausbreitet. Die einzelnen Fäserchen verlieren während ihres Verlaufs durch die Leiste die Scheide.« Den Endapparat trennt er in drei Theile. »Die erste Schicht liegt dem freien Rande der *Crista* unmittelbar auf und wiederholt die Gestalt der letzteren. Der zweite Theil steigt aus derselben empor und bildet eine unendlich zarte, feinstreifige Kuppe, welche von beiden Seiten nach der Spitze zu an Höhe zunimmt und eine solche von 0,4 mm erreicht. Unmittelbar an der Uebergangsstelle dieser Endkuppe in den ersten Theil wird ihre feine Streifung lichter. Den dritten Theil des Endapparats bilden die beiden *Plana semilunaria*, die schon Steifensand »Das Gehörorgan der Wirbelthiere«[2]) beschrieben. Die erste Abtheilung ist wiederum differenzirt, die oberste Schicht besteht aus einer Lage dichtstehender Cylinderzellen und unter dieser machen sich

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 1863.

2) Müller's Archiv 1835.

ziemlich grosse, runde, ovale oder biscuitförmige Hohlräume bemerkbar, deren Umgrenzung ihm nicht klar wurde und zwischen denen deutlich die Fortsetzungen der Axencylinder wahrzunehmen waren. Unmittelbar unter der Zellenschicht hören plötzlich die scharfen Contouren der Axencylinder auf, er lässt es aber dahingestellt, ob das Folge einer Verästelung ist oder nicht. Die Endkuppe erscheint bei starker Vergrösserung als ein aus sehr feinen das Licht stark brechenden aufrechten Fäden zusammengesetztes Gewebe. Die feinen Fäden scheinen unter sich durch noch feinere Seitenäste zusammen zu hängen. Das ganze Gewebe verjüngt sich gegen die Spitze so sehr, dass es hier den höchsten Grad von Feinheit erlangt, und ein sicheres Beobachten der Verhältnisse dieses obersten Theils unmöglich macht. In welchem Verhältniss diese Endkuppe zum übrigen Endapparat und zu dessen Formelementen stand, vermochte er nicht zu ergründen. Soweit die positiven Beobachtungen Lang's. Auf seine Bemerkungen über die *Plana semilunaria* werde ich bei einer andern Gelegenheit eingehen.

Was nun die hypothetischen Ausführungen Lang's betrifft, so wendet sich derselbe zunächst gegen die Beobachtungen Reich's[1]) und M. Schultze's[2]), denen wir ja, wie bekannt, den Nachweis ausserordentlich langer, starrer Haare oberhalb des Epithels verdanken und er überträgt einfach seine Erfahrungen bei den Cyprinoiden auf die von M. Schultze in Betracht gezogenen Thiere. Er glaubt, dass die Härchen, welche jetzt fast durch die gesammte Reihe der Wirbelthierclassen als charakteristische und wichtige Elemente, die mit den Nerven indirekt in Verbindung stehen, nachgewiesen sind, Kunstprodukte seien, hervorgerufen durch die Einwirkung des von M. Schultze angewandten Reagens. Dasselbe solle die *Cupula terminalis* härten und einen Zerfall in einzelne steife Härchen hervorrufen, die nicht zum Vorschein kommen, wenn man sich des von ihm angewandten Reagens (schwach mit NO^5 angesäuertes Wasser) bedient. Befolgt man diese Methode, so zeigt sich keine Spur von Härchen, die *Cupula terminalis* wird in toto sichtbar mit dem von ihm beschriebenen charakteristischen Aussehen.

Die Erfahrungen der neueren Zeit, die Anwendung besser conservirender Reagentien haben durchaus keine Bestätigung der Lang'schen Anschauungen gebracht. Je besser die auf den *Cristae acusticae* sitzenden Elemente mit Hülfe z. B. der wenig angreifenden Osmiumsäure und des Jodserum conservirt sind, je frischer dieselben untersucht werden, desto deutlicher treten die charakteristischen Zellen aufsitzenden Haare zu

---

1) Ueber den feineren Bau des Gehörorgans bei Petromyzon Ecker's Untersuchungen zur Ichthyologie 1859.

2) Ueber die Einlegungsweise des Hörnerven im Labyrinth. Müllers Archiv 1858.

Tage, ragen frei in die Endolymphe und auf keinerlei Weise kommt ein Gebilde wie die *Cupula terminalis* zum Vorschein. LANG scheint auch keineswegs direkt den Zerfall der Kuppel in einzelne Härchen gesehen zu haben, sondern er hat nur aus dem Nichtvorhandensein der Endkuppe und aus der Existenz der Härchen nach 24 stündigem Liegen in Chromsäure geschlossen, dass ein solcher stattgefunden; allein diese Beobachtung lässt für einen Unbefangenen mancherlei Deutungen zu und man könnte z. B. annehmen, dass dadurch die *Cupula terminalis* verschwunden oder locker gemacht bei der Präparation abgefallen und die in sie hineinragenden Haare von nahezu gleichem Lichtbrechungsvermögen sichtbar geworden seien, um so mehr, weil man bis dahin ein Schrumpfen der Haare sehr bald nach dem Tode wahrgenommen hatte. Somit ist es kein Wunder, wenn sich schon bald Zweifel über die Präexistenz des von ihm beobachteten Gebildes erhoben: KOELLIKER giebt in der vierten Auflage seines Handbuchs der Gewebelehre diesem Zweifel Ausdruck und stellt zur Erwägung, ob es nicht möglich sei, dass die LANG'sche *Cupula terminalis* aus verschmolzenen Härchen entstände. In der fünften Auflage seines Buches hat er diesen Zweifel fallen gelassen und registrirt einfach das Faktum der Endkuppe ohne weitere Gegenbemerkungen.

Gleich in Beginn meiner Untersuchungen über das Gehörorgan war die LANG'sche Beobachtung Gegenstand meiner besonderen Aufmerksamkeit, allein auch ich glaubte mich dem herrschenden Zweifel an der Präexistenz dieses Gebildes anschliessen zu dürfen, weil alle meine Beobachtungen darauf hinwiesen, dass in den Ampullen die Gehörhärchen frei in die Endolymphe hineinragen. Ich fühlte mich um so mehr dazu berechtigt, weil ich die Bildung einer *Cupula terminalis* in den Ampullen der Frösche beobachtet zu haben glaubte, wie aus meiner Abhandlung »Die Histologie des Bogenapparates und des Steinsacks der Frösche«[1]) und den Fig. 12 und 13 derselben Arbeit erhellt. Dort zeigte sich eine körnige, durchsichtige Masse oberhalb der Härchen, deren Spitzen verändert und mit einander zu derselben verschmolzen waren. Eine eingehende Beschäftigung mit dem Gehörorgan der Fische überhaupt und namentlich auch aus der Klasse der Cyprinoiden überzeugte mich aber bald von der Richtigkeit der Beobachtungen LANG's. Die *Cupula terminalis* ist als normales Gebilde in den Ampullen vorhanden und hat hier denselben Werth wie die *Membrana tectoria* in den anderen Abtheilungen des Gehörorgans. Es ist eine Cuticularmembran so zart und schwer in der normalen Lage zu erhalten, wie sonst nirgends. Die Cyprinoiden, die auch, wie ich später in einer ausführlichen Abhandlung darlegen werde, mit Bezug auf die übrigen Abtheilungen des Gehörorgans und namentlich der Schnecke

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XVIII.

grosse Besonderheiten darbieten, bilden demnach, soweit meine Beobachtungen reichen, eine Ausnahme innerhalb der Wirbelthiere. Während sonst überall die Haare der Nervenendapparate der Ampullen frei in die Endolymphe hineinragen und direkt durch die in derselben entstandenen Wellen angesprochen werden, ragen sie hier in eine Cuticularmembran wie in den übrigen Theilen des Gehörapparates und werden somit indirekt durch die Wellen der Endolymphe bewegt. Diese Thatsache ist mir um so erfreulicher gewesen, weil dadurch Lang's Beobachtung in ihr Recht eingesetzt ist, deren Schärfe, abgesehen von den daran sich knüpfenden Hypothesen, wie wir alsbald sehen werden, alle Anerkennung verdient.

Betrachten wir zunächst im Allgemeinen die Form der *Crista acustica*, deren eingehendere Beschreibung ich einer späteren Zeit vorbehalte, so befinde ich mich im Allgemeinen in Uebereinstimmung mit Lang, namentlich wenn er sagt, dass sie bis zur halben Höhe der Ampulle emporrage. Weniger prägnant finde ich seine Angaben über die Form, die er eine dreispitzige nennt. Von den Spitzen soll die eine die Mitte einnehmen, während die beiden andern die Seitenflächen bekleiden. Seine Abbildung 3 ist wesentlich schematisch. In der Mitte des Ampullenbodens am höchsten sich erhebend, flacht sie sich allmählig gegen die Seitenwandungen hin ab und steigt eine Strecke an derselben empor bis an die *Plana semilunaria* reichend und wenn man die Leiste von der Fläche betrachtet, so zeigt sie sich demnach leicht wellig gelegen, etwa so ∼∼∼, wie es bei anderen Thierklassen ähnlich beschrieben. In die *Crista* tritt der Nerv mit zwei Aestchen, die wie Lang richtig bemerkt sich alsbald in ihre Fasern auflösen und sich ziemlich gleichmässig durch die Mitte der Substanz der Leiste vertheilen, allein ich finde, dass sie nicht so bald zu Axencylindern werden, wie Lang angiebt, sondern dass dieselben ihre dunklen Contouren bis dicht unter das freie Ende der Substanz der *Crista* beibehalten, hier mehr oder minder weit zurück umbiegen, um dann wieder aufzusteigen. Gefässe ziehen reichlich hindurch und umstricken gleichsam die Nervenbündel bis zur Oberfläche emporsteigend und hier häufig ein dichteres Netz bildend wie tiefer unten.

Auf der Höhe der Leiste haftet nun der Endapparat Lang's, schmiegt sich den Krümmungen der Oberfläche derselben an, wiederholt dieselben und geht an den Seiten in die Masse der *Plana semilunaria* über. Die freie Oberfläche der *Crista* ist kuppelförmig gewölbt, wie man an Querschnitten oder im Profil deutlich sieht und wie Lang es in seiner Fig. 5 abbildet. Demgemäss wird der Endapparat auf seiner Unterfläche entsprechend ausgehöhlt erscheinen und nicht blos die Spitze der Leiste einnehmen, sondern auch auf die Abdachung übergreifen. Man wird demnach bei einer Betrachtung von der Fläche je nach der Einstellung bald einen höheren, bald einen tieferen Theil des Endapparates sehen, auf alle

Fälle bei ausschliesslicher Flächenbetrachtung die Elemente desselben in grösserer Ausdehnung sich erstrecken sehen, worauf ich seiner Zeit schon bei der Beschreibung des Bogenapparates der Frösche aufmerksam machte. Nur Querschnitte geben über die Natur und die Ausdehnung des Endapparates und seine Beziehung zur *Crista* Aufschluss. Die Wölbung der Leiste, über die die Elemente des Endapparates des Nervenepithels sich erstrecken, ist mit so kleinem Radius beschrieben, dass bei scharfer Einstellung des höchsten Punktes desselben die untere Grenze des an den Seiten herunterragenden Zellenbelegs wenn auch verwaschen sichtbar wird, und somit eine grössere Höhe der Lage vortäuscht. Zu gleicher Zeit schimmern, da der Endapparat im gut conservirtem Zustande mehr oder minder durchsichtig die Elemente der Leiste, die unmittelbar unter der höchsten Wölbung liegen, durch, und dann kommt ein Bild zu Stande, wie LANG es in seiner Fig. 13 giebt. Dass LANG die Höhe der *Crista* nur von der Fläche betrachtet und sich der Querschnitte nicht bedient hat, ist für ihn eine Quelle des Irrthums geworden und daraus erklärt sich seine Annahme verschiedener Schichten, die nur theilweise eine selbständige Existenz besitzen.

Eine Theilung der ersten Schicht LANG's, des Nervenendapparates der Autoren, in zwei Lagen, eine Zellschicht und eine mit Hohlräumen versehene, in der die Axencylinder zum Epithel emporsteigen, ist unstatthaft, und das was er als unterste Lage bezeichnet sind eben die Zellen des Epithelstratum, die an den Seiten etwas herunterragen, von der Fläche gesehen plus des durch dieselben hindurchschimmernden Gewebes des Endes der Leiste. Jeder gelungene Querschnitt wird keine andere Deutung zulassen. Die charakteristischen Elemente dieser ersten Lage des Nervenendapparates sind nun einmal die der Hohlräume und die zwischen ihnen hindurchziehenden Nervenfäserchen und das Cylinderepithel, bis an das heran sie sich verfolgen lassen. Was nun die eigenthümlichen Hohlräume in ihrer verschiedenen Gestalt betrifft, von denen LANG in seiner Fig. 13 eine Abbildung giebt, so gehören dieselben unzweifelhaft dem freien Ende der *Crista acustica* an, allein ich vermag keine sichere Entscheidung zu fällen, was eigentlich den verehrten Forscher zur Annahme von Hohlräumen verleitet hat. Seine Abbildung bietet mir keine genügenden Anhaltspunkte. Ich erwähnte schon vorhin, dass die ganze Substanz der Leiste von reichlichen Gefässzweigen durchsetzt würde, die gegen die Kuppe hin reichlicher und zusammengedrängter verliefen. Ausserdem biegen hier häufig in grösserer oder geringerer Höhe die Nervenendfasern, die bis dahin mehr gestreckt die Substanz durchzogen, um, um dann wieder einen aufsteigendenden Verlauf zu nehmen, und somit halte ich zweierlei für möglich und dafür scheint mir die eine Stelle seiner Fig. 13 zu sprechen, einmal dass es optische Querschnitte von Gefässchen,

oder, was mir wahrscheinlicher, solche von recht starken Nervenfäserchen gewesen, die dort durchaus noch nicht ihre Scheide verloren haben, die ihn zur Annahme von Vacuolen verleiteten.

Die zweite Lage, das Cylinderepithel, zeigt eine recht beträchtliche Höhe. Es übertrifft in dieser Beziehung dieselben Gebilde bei anderen Thieren, auch mit Rücksicht auf seine Vergänglichkeit. Die constituirenden Elemente werde ich später in einer ausführlichen Arbeit betrachten. Sie sind überragt von einem Walde ausserordentlich zarter, langer, unendlich spitz auslaufender, leicht vergänglicher Härchen, wie M. Schultze[1]) und F. E. Schulze[2]) schon früher beobachtet. Es gelang mir nur ausserordentlich selten, diese Härchen in voller Ausdehnung zu beobachten, am besten noch mit Hülfe der Mueller'schen Flüssigkeit und der Osmiumsäure, gewöhnlich waren die Spitzen geschrumpft, umgebogen, häufig zu einem kleinen glänzenden Eiweiskügelchen umgewandelt. Ihre Widerstandsfähigkeit ist wie gesagt geringer als bei den bislang von mir beobachteten Thieren, kein Wunder daher, wenn sie Lang nur als eine Ausnahme erschienen.

Diese Haare ragen in eine wunderbar zarte Cuticularmembran, die über den ganzen Bereich des Nervenepithels bis an die *Plana semilunaria* sich erstreckt und fast ganz den Raum zwischen dem Epithel und dem Dach der Ampullen ausfüllt. Sie ruht unmittelbar auf dem Ende der Zellen und löst sich ausserordentlich leicht ab, so dass ich mit den grössten Schwierigkeiten zu kämpfen hatte und mit der grössten Vorsicht bei der Präparation verfahren musste, um dieselbe in situ zu erhalten. Anatomisch und physiologisch besitzt sie denselben Werth wie die Membranen, die ich bei den Vögeln, Fröschen und Säugern aus verschiedenen Abtheilungen des Gehörorgans beschrieben, nur mit dem Unterschiede, dass wir es hier mit einem Gebilde zu thun haben, das zu keiner Zeit Otolithen in seinem Innern oder auf seiner Oberfläche enthält und sich somit in seiner Struktur unter andern der *Membrana tectoria* der Vogelschnecke und der *Lamina reticularis* der Säuger nähert. Die Endkuppe ist entsprechend der Wölbung des Endes der Gehörleiste und des darauf sitzenden Nervenepithels schalenförmig ausgehöhlt und wiederholt genau die Form der darunterliegenden Zellenmasse. In der Mitte der Leiste am breitesten, nimmt sie nach beiden Seiten allmählig und gleichmässig an Durchmesser ab, um abgerundet an den *Plana semilunaria* entsprechend dem Ende des Nervenepithels an denselben zu enden, und da zugleich die Mitte der *Crista* am meisten gewölbt und nach den Seiten hin sich verflacht, so ist die Aushöhlung der Cuticularmembran in der Mitte auch

---

1) l. c. 2) Zur Kenntniss der Endigungsweise des Hörnerven bei Fischen und Amphibien-Archiv für Anatomie und Physiologie 1862.

am grössten, während sie an den Seiten immer mehr abgeplattet erscheint. Querschnitte geben die besten Aufschlüsse über die Beziehungen der Kuppe zum unterliegenden Gewebe der Gehörleiste und nur an ihnen sieht man mit Bestimmtheit, dass sie sich nur an den Bereich des Nervenepithels hält, niemals darüber hinausgeht und demselben unmittelbar aufliegt, während man dagegen bei Flächenansichten mannigfachen Täuschungen ausgesetzt ist, da das Gebilde sich ausserordentlich leicht entweder total oder partiell abhebt; und ich glaube eine solche abgehobene *Cupula* hat Lang vorgelegen, als er seine Fig. 5 zeichnete. Der Schatten, den er in der Mitte der Substanz zeichnet und als lichtere Stelle beschreibt, erscheint mir ganz als der optische Ausdruck der schalenförmigen Krümmung der Endkuppe. So lange die Membran sich in situ befindet, gelingt es nur mit der grössten Schwierigkeit, da sie ausserordentlich durchsichtig, etwas über ihre Natur und Ausdehnung zu erfahren, da die unterliegenden Theile fast so klar vorliegen, als seien sie unbedeckt. An gut gelungenen Querschnitten zeigt sich auch, dass die Dicke der Membran nicht überall gleichmässig, sondern dass sie an der höchsten Erhebung der *Crista acustica* und des Nervenepithels ihre grösste Dicke gewinnt, an den Seiten dagegen an der Grenze des Epithels eine ausserordentlich dünne Lamelle darstellt. Was die feinere Struktur der Membran anlangt, so möchte ich bezweifeln, dass Lang Recht hat, wenn er sagt, sie sei aus sehr feinen das Licht stark brechenden, aufrechten Fäden zusammengesetzt. Streifig zeigt sich die Membran allerdings, allein die Streifen ziehen nicht senkrecht, sondern parallel der Oberfläche, ohne dass sich für ihre Verlaufsrichtung eine bestimmte Regel aufstellen liesse, jedoch scheinen sie sich vorzugsweise von der Mitte gegen die beiden Enden hinzuziehen. Die Beschreibung Lang's rührt vielleicht daher, dass er die Membran nur abgehoben, mit dem einen Ende dem Nervenepithel aufliegend gesehen hat. Dann sind die Streifen allerdings senkrecht. Sollte Lang die Membran wirklich in situ gesehen haben, so wäre es möglich, dass die aufrechten Fädchen die allerdings das Licht stark brechenden glänzenden und tief in die Membran eingelagerten Haare des Nervenepithels gewesen sind. Die Haare liegen in blind geschlossenen Kanälchen, die dieselbe Richtung wie jene haben und entsprechend der Feinheit der Härchen auch wie diese einen geringen Durchmesser besitzen. Die Membran ist vollkommen strukturlos und nur die Oeffnungen der Kanälchen auf der Unterfläche neben den zwischen ihnen hindurchgehenden und sie trennenden Substanzstreifen geben ihr ein netzartiges gestreiftes Ansehen. Die Löcher auf der Unterfläche sind nicht vollkommen regelmässig angeordnet. Der Durchmesser derselben ist entschieden grösser, als der der Basis der Härchen, und somit sehen wir auch hier wieder das Eigenthümliche, dass

dieselben nicht vollkommen genau die Haare umschliessen. Dies die Struktur der Endkuppe, von der wir gesehen, dass sie keine eigenartige Bildung im Gehörorgane darstellt, sondern in der Reihe der Cuticularmembranen aus den anderen Abtheilungen desselben steht, die physiologisch einen so hohen Werth besitzen, wenn auch bislang die Cyprinoiden die einzigen Wirbelthiere sind, bei denen eine solche Bildung in den Ampullen beobachtet wurde.

Würzburg, den 1. April 1869.

II.

Untersuchungen über die Nerven der Musculi serrati postici

von

Carl Rieländer, stud. med.

Mit Tafel I.

Ueber die, die *Musculi serrati postici* versorgenden Nerven haben bisher stets verschiedene Ansichten geherrscht. Während die alten Forscher zum grössten Theil ganz darüber schweigen, sind die Ansichten der neueren Zeit meist sehr verschieden. Desshalb habe ich, angeregt durch Herrn Prosector Dr. Hasse, mich etwas eingehender mit Untersuchungen der Nerven, die die betreffenden Muskeln versorgen, beschäftigt; ich habe die älteren Autoren und die der neueren Zeit durchgesehen und meine Untersuchungen an einer ziemlichen Anzahl von Präparaten, die mir Herr Dr. Hasse in so freundlicher und bereitwilliger Weise zur Verfügung stellte, gemacht und erlaube mir, dieselben hier mitzutheilen.

Indem ich mich zuerst zu den Ansichten der alten Anatomen wende, glaube ich vor allen die Meinung des Andreas Vesalius [1]), jenes grossen Reformators der Anatomie als massgebend hinstellen zu dürfen. Derselbe sagt, dass das achte Nervenpaar des Rückenmarkes, welches sich in zwei Zweige theilt, mit seinem hinteren, dünneren Aste, der rückwärts gegen die Wirbelsäule hingeht und den durchbohrenden Aesten entspricht, die hier inserirenden Muskeln und die tiefliegenden Halsmuskeln versorge; und dass der Theil des Astes, welcher die Spina des siebenten Halswirbels erreicht nach rückwärts und wiederum vom Rückgrat zurückgeht, die an der *Scapula* inserirenden und dieselbe bewegenden Muskeln und den *Serratus posticus superior* versorge.

Ebenso lässt er den *Serratus posticus inferior* wie den *Cucullaris Rhomboideus* und *Latissimus dorsi* von den durchbohrenden Aesten ver-

1) Andreas Vesalius: *De corporis humani fabrica*, Liber IV. Cap. XIII. Seite 381 und 382.

sorgt werden. Diese entspringen nach ihm nahe an den Seiten des Rückgrats, auf beiden Seiten abwechselnd und verlieren sich, nachdem sie die genannten Muskeln versorgt haben, in der Haut des Rückens. ANDREAS SPIGELIUS[1]) stimmt mit ANDREAS VESALIUS überein. Auch er lässt die *Musc. serrati postici* von den durchbohrenden Nerven versorgt werden. Und zwar bezeichnet er die hinteren Nervenpaare des Rückens, die den *Triangularis*, *Rhomboideus*, *Cucullaris* und *Latissimus dorsi* versorgen, als die, welche auch Zweige für die *Serrati postici* abgeben.

Indem ich nun zu den neueren Autoren übergehe, finde ich zuerst die Angabe von E. H. WEBER, welcher sagt, dass die *Nervi intercostales* die *Musculi serrati postici* versorgen. Er giebt jedoch keine weitere Beschreibung des Durchtrittes und Verlaufes der Nerven an.

LUSCHKA[2]) ist jedoch anderer Ansicht. Derselbe sagt:

Nervus thoracicus superior s. dorsalis scapulae: »Dieser nur sehr dünne Nerv geht am weitesten oben aus dem *Plexus brachialis* hervor, durchbohrt den *Scalenus medius*, steigt hinter dem Armgeflechte und durch den *Levator anguli scapulae* gegen die Basis des Schulterblattes, welcher entlang er in Begleitung der *Art. dorsalis scapulae*, zunächst von den *Mm. rhomboidei* gedeckt, seinen Verlauf nimmt und sich in Zweige für diese Muskeln, sowie für den *Serratus posticus superior* auflöst.« Ferner sagt derselbe: »Als ein weiterer hinterer Brustnerv muss übrigens auch einer von den drei unteren Schulterblattnerven betrachtet werden, derjenige nämlich, welcher den *Latissimus dorsi* sowie den *Musc. serratus posticus inferior* mit Zweigen versorgt und als *Nerv. thoracicodorsalis sive marginalis scapulae* aufgeführt zu werden pflegt.« Ganz abweichend von LUSCHKA sagt LANGER[3]): *Nervus thoracico-dorsalis*: »Möglicherweise besorgt er auch den Zweig für den *Serratus posticus superior*.« Ueber die Nerven des *Serratus posticus inferior* finde ich hier nichts angegeben. HYRTL lässt in den älteren Auflagen seiner Anatomie des Menschen den *Serratus posticus inferior* von den *Nervis subscapularibus* versorgt werden, bezeichnet jedoch durch ein hinzugesetztes Fragezeichen, dass er es nicht mit Bestimmtheit behaupten will. In seiner neuesten Auflage aber finde ich hierüber nichts angegeben. Ebenso haben mehrere andere Lehrbücher der Anatomie in der neueren Zeit, wie HOLLSTEIN, MEYER und mehrere Andere gar nichts über die Nerven der *Musculi serrati postici* angeführt.

Endlich finde ich noch in dem Anhange des chirurgisch-anatomischen Vademecum von W. ROSER, dass er die *Nervi intercostales* den *Msc. ser-*

1) ANDREAS SPIGELIUS: *De humani corporis fabrica.* Liber VII. Cap. XIII. Seite 117.

2) LUSCHKA: Anatomie des Menschen, Tübingen 1863. I. Band; 2. Abtheilung, Seite 224.

3) LANGER: Anatomie des Menschen, Wien 1865. Seite 454.

ratus posticus superior und *inferior* versorgen lässt. Aber auch er giebt nicht an, aus welchen Aesten diese Nerven kommen.

Was nun meine Untersuchungen angeht, so bestätigen dieselben im Wesentlichen die Ansichten von E. H. Weber und W. Roser, sie stimmen aber nicht überein mit den von Luschka. Ich habe nämlich gefunden, dass sowohl der *Serratus posticus superior*, als auch der *inferior* von den *Nervis intercostalibus*, nicht aber, wie Andreas Vesalius und Spigelius sagen, von den durchbohrenden Aesten, versorgt werden.

Ich habe bei meinen Untersuchungen folgendes Verfahren angewandt: Um zu sehen, ob die durchbohrenden Nerven Aeste an den *Cucullaris* und die unter ihm liegenden Muskeln abgeben, habe ich dieselben nach dem Hautschnitte sowohl gegen die Haut hin als auch durch den *Cucullaris* hindurch bis zu ihrem Ursprunge verfolgt, habe aber gefunden, dass sie keine Aeste an die betreffenden Muskeln abgeben. Ebenso habe ich die untere Fläche des *Cucullaris* präparirt und gesehen, dass von dem Aste des *Accessorius*, welcher den *Cucullaris* versorgt, kein Zweig in den *Rhomboideus* eingeht. Dann habe ich, um die Angabe, dass der *Nervus dorsalis scapulae* den *Serratus posticus superior* versorge, zu untersuchen, den *Rhomboideus* durchschnitten, nach beiden Seiten zurückgelegt und den *Dorsalis scapulae* vorsichtig verfolgt, aber gesehen, dass auch nicht das feinste Zweigchen von ihm auf den *Serratus posticus superior* übergeht. Nachdem ich nun so die Ueberzeugung gewonnen hatte, dass der *Serratus posticus superior* nicht von dem *Dorsalis scapulae* versorgt werde, habe ich ihn an seiner Ursprungssehne losgetrennt, sorgfältig zurückgeschlagen und bin dann an der Unterfläche gegen die Zacken hin auf die eintretenden Nerven gekommen.

Bei dem *Serratus posticus inferior* habe ich dasselbe Verfahren beobachtet. Nach der Präparation und Durchschneidung des *Latissimus dorsi*, nachdem ich zuvor noch die durchbohrenden Aeste verfolgt hatte, habe ich den *Serratus posticus inferior* ebenfalls an seiner Ursprungssehne durchschnitten, ihn zurückgelegt und bin so auf die Nerven gekommen.

Hier will ich noch bemerken, dass man bei der ausserordentlichen Feinheit der Nerven höchst vorsichtig zu Werke gehen muss und dass es mir sehr leicht erklärlich ist, dass diese so feinen und zarten Nervenfädchen nicht beachtet worden sind, da ich häufig sogar zur weiteren Verfolgung der Nerven mich der Loupe bedienen musste.

Die Zacken des *Serratus posticus superior* werden also von den *Nervis intercostalibus* versorgt (Fig. II.). Die den *Serratus* versorgenden äusserst feinen Nerven kommen aus dem oberen Aste des betreffenden *Nervus intercostalis*, welcher jedesmal der oberen, den jeweiligen Intercostalraum bildenden Rippe zunächst liegt (Fig. II. *d.*). Sie durchbohren zuerst den *Muscul. intercostalis externus* hart am lateralen Rande des *Sacro-*

lumbalis (Fig. I. *h*) und treten, indem sie sich von unten nach oben um die betreffende Rippe herumschlagen zuerst unter die Zacken des *Serratus*, um nach ganz kurzem Verlaufe sich in dem Muskelfleische zu verlieren (Fig. I. *h*). Begleitet sind die Nerven von mehreren dicht an ihnen anliegenden Gefässen, von denen sie oft nur mit der grössten Vorsicht unterschieden werden können. Von dem aus dem ersten *Nervus intercostalis* kommenden und die oberste Zacke versorgenden Nerven geht ein ganz feines Fädchen in den *Sacro-lumbalis* (Fig. I. *d*), und ein anderes verläuft in dem Raume zwischen *Sacro-lumbalis* und *Longissimus dorsi* (Fig. I. *g*). Bei der zweiten, dritten und vierten Zacke entfernt sich der Austritt der sie versorgenden Nerven durch den *Musc. intercostalis externus* immer etwas mehr von dem lateralen Rande des *Sacro-lumbalis* (Fig. I.). Eine, wie mir scheint, ziemlich häufig vorkommende Varietät (ich habe sie bei zehn Leichen vier Mal gesehen) ist die, dass die oberste Zacke des *Musc. serratus posticus superior* einen feinen Nerv aus dem *Plexus cervicalis* erhält (Fig. I. *f*). Dieser Nerv kommt zwischen dem *Scalenus posticus* und *Rectus colli* aus dem *Plexus cervicalis* hervor, dringt über die beiden obersten Insertionszacken des *Sacro-lumbalis* nach aussen und geht an den oberen Rand der obersten Zacke des *Serratus posticus superior*.

Aehnlich wie beim *Serratus posticus superior* verhält es sich beim *inferior*. Auch hier kommen die, die Zacken versorgenden Nerven in Begleitung von dicht sie umschliessenden Gefässen aus den oberen Aesten der *Nervi intercostales* (Fig. III. *f*), welche der oberen Rippe des betreffenden Intercostalraumes zunächst liegen. Sie treten an der neunten (Fig. III. *g*), zehnten (Fig. III. *h*) und eilften (Fig. III. *i*) Rippe, aber bedeutend mehr lateralwärts vom *Sacro-lumbalis* als beim *superior* durch den *Musc. intercostalis externus*, verlaufen etwas unter den Zacken nach oben und gehen alsbald, nachdem sie sich in feine Aeste zertheilt haben in das Muskelfleisch.

Beim *Serratus posticus inferior* sind die Nerven in der Regel deutlicher und stärker als beim *superior*.

Würzburg, den 27. März 1869.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. I. *a*. *Musc. splenius capitis et colli.*
b. *Musc. cervicalis ascendens.*
c. *Musc. longissimus dorsi.*
d. *Musc. sacro-lumbalis.*
e. *Musc. serratus posticus superior*, durchschnitten und zurückgeschlagen.
f. Der zwischen *Musc. scalenus posticus* und *Rectus colli* hervorkommende und an die oberste Zacke des *Serratus posticus superior* gehende Nerv.
g. Der in die oberste Zacke des *Serratus posticus superior* gehende Nerv.
h. Der in die zweite Zacke des *Serratus posticus superior* gehende Nerv.

Fig. II. *a*. Erste Rippe.
b. Abgang des in den *Serratus posticus superior* gehenden Nerven aus dem *Nervus intercostalis.*
c. Oberer Zweig des *Nervus intercostalis.*
d. Unterer Zweig des *Nervus intercostalis.*

Fig. III. *a*. Hüftbein.
b. *Musc. sacro-lumbalis.*
c. Gemeinschaftliche Rückenstrecker.
d. *Musc. serratus posticus inferior* durchschnitten und zurückgelegt.
e. Stamm des *Nervus intercostalis.*
f. Oberer Zweig des *Nervus intercostalis.*
g. *h*. *i*. Die, die Zacken des *Serratus posticus inferior* versorgenden Nerven.

III.

Beiträge zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie des Pharynx

von

H. Ketel, stud. med.

Mit Tafel II. III.

Angeregt durch die vorzüglichen neueren Untersuchungen Luschka's über den Schlundkopf des Menschen, habe ich es unternommen, einzelne Angaben desselben, insoweit sie auf die makroskopischen anatomischen Verhältnisse Bezug haben, selbst etwas näher zu untersuchen, um auch aus eigner Erfahrung darüber urtheilen zu können.

Nach mehrfacher genauer Untersuchung des Schlundkopfes konnte es mir nun nicht schwer fallen, die Angaben Luschka's auch in ihren Einzelheiten zu bestätigen, so dass mir in Betreff dieser Verhältnisse weiter nichts zu bemerken übrig bleibt, als nur noch einige anomale Muskeln anzuführen, von denen es mir scheint, dass sie theils noch gar nicht beschrieben wurden, theils in den von mir gesehenen Fällen wenigstens eine Abweichung von ihrem schon beschriebenen Verlaufe zeigten. Eine Beschreibung dieser Muskeln werde ich am Ende dieser kleinen Abhandlung geben.

Nach den Resultaten über den Schlundkopf des erwachsenen Menschen schien es mir nun nicht ganz ungerechtfertigt auch einige Untersuchungen über den Schlundkopf des Fötus anzustellen, die mir um so leichter wurden, da mir durch die Freundlichkeit des Herrn Dr. Hasse recht gutes Material zur Verfügung gestellt wurde. Es möge mir nun erlaubt sein, über diese Untersuchungen im Nachstehenden etwas mitzutheilen.

Bei der Betrachtung des fötalen Schlundkopfs zeigte sich mir jedes Mal das Auffallende, dass die hintere Pharynxwand um ein wesentliches von der Wirbelsäule abgedrängt war und somit eine bedeutende Vorwulstung derselben sowohl gegen das *Cavum pharyngo-nasale* als gegen das

C. ph.-orale stattfand, welche derart war, dass in der Höhe des weichen Gaumens fast ein gänzlicher Verschluss des ersteren *Cavum* vom letzteren zu Stande kam, indem sich nicht blos hinten, sondern auch seitlich ein zum *Ostium pharyngeum* der Tuba schräg nach vorn und aufwärts verlaufender starker Wulst zeigte. Fragen wir nun, woraus besteht dieser Wulst und wodurch wird er hervorgebracht, so finden wir bei näherer Betrachtung ziemlich leicht eine Erklärung dafür.

Bei der zur ganzen Ausbildung des Fötus unverhältnissmässig stark entwickelten Flexorenmuskulatur an der Vorderseite der Wirbelsäule und den relativ noch sehr schmalen Wirbelkörpern, ist es klar, dass die beiderseitigen Muskeln, hauptsächlich die stark entwickelten *Musc. recti cap. ant. maj.*, um vor den schmalen Wirbelkörpern Platz zu finden, ganz eng an einander treten müssen, so dass zwischen ihnen nur ein enger Spalt übrig bleibt. Dieser Spalt wird aber von vorn her nicht als leerer Raum sichtbar, sondern er ist ausgefüllt von einem Bindegewebe, das seinerseits wieder die Muskeln nach vorn umgreift und so die zwischen Pharynx und Wirbelsäule liegende Schicht noch verstärkt. Aber nicht die absolute bedeutende Entwickelung der Muskulatur allein scheint mir ihre auffallende Mächtigkeit zu bedingen; ein wesentlicher Factor seint mir noch dadurch gegeben zu sein, dass durch die Krümmung des Embryo die Muskeln fortwährend in einem gewissen Contractionszustande verharren, so dass ihre Stärke im Vergleich zu andern noch bedeutender hervortritt.

Wenn nun diese Muskeln sich zwischen Wirbelsäule und Pharynx eingeschoben haben, muss da nicht ein beträchtliches Abweichen des letzteren von der Wirbelsäule stattfinden?

Betrachten wir nun nach diesen allgemeinen Bemerkungen das Lagerungsverhältniss des Schlundkopfs in einzelnen Entwicklungsstadien und beginnen wir zuerst mit einem dreimonatlichen Embryo.

Im Ganzen zeigt die fragliche retropharyngeale Schicht hier noch keine so hervorstechende Entwicklung, dass sie schon beim ersten Anblicke besonders auffallen könnte, wenn auch ihre relative Stärke schon einen gewissen Grad erreicht hat, s. Fig. I. *Mra.* Es liegt dies jedenfalls in der noch geringen Entwicklung der *Musc. recti cap. ant. maj.*, welche erst später zu der auffallenden Präponderanz über die andere Muskulatur gelangen. In der Höhe des *Tuberculum pharyngeum* zeigt der Pharynx von der Wirbelsäule einen Abstand von wenig mehr als 1 mm, welcher dann nach oben und unten hin bald immer geringer wird bis er schliesslich auf ein Minimum herabsinkt und unmerklich verschwindet, wie dies in Fig. I. bei *a* und *b* ersichtlich ist.

Ganz andere, relativ viel bedeutendere und auch in ihren Formen wesentlich abweichende Verhältnisse finden wir nun, wenn wir einen Embryo vom Ende des 6. Monats betrachten. Gemäss dem Verlaufe der

Musc. recti cap. ant. maj. erstreckt sich die Verwulstung zwar auch hier in ihrer grössten Dimension von oben nach unten, doch beginnt sie oben nicht so allmählig wie beim dreimonatlichen Embryo, sondern tritt am *Fornix pharyngis* in der Höhe der untern Wand der spaltenförmig nach hinten und unten verlaufenden *Bursa pharyngea* (s. Fig. II. *Bph.*) ganz plötzlich mit bedeutender Stärke hervor. Sie nimmt dann abwärts bis zum *Tuberculum pharyng.* etwas, jedoch nur unbedeutend an Stärke zu, so dass sie in dieser Höhe ihre grösste Mächtigkeit von 4^{mm} erreicht. Dann wird sie zuerst ganz allmählig, bald aber schneller immer unbedeutender, bis sie schliesslich in der Höhe des dritten Halswirbels nach und nach verschwindet. Auch dieses Verhalten scheint mir ganz mit den sonderbaren Wachsthumsverhältnissen der genannten Muskeln zusammenzustimmen. Denn während beim dreimonatlichen Embryo dieselben noch ziemlich in ihrer Entwicklung zurück waren, haben sie jetzt bereits eine solche Stärke gewonnen, dass sie den Schlundkopf um volle 4^{mm} von der Wirbelsäule abgedrängt haben. Dass aber die Verwulstung der mehr oder minder starken Entwicklung der Muskelbäuche entspricht, das bedarf wohl keiner weiteren Erwähnung. Aber nicht nur die *Musc. recti cap. ant.* scheinen mir in diesem Zeitraum besonders stark ausgebildet zu sein, sondern auch die beiderseitigen *Musc. pharyngopalatini*, denn sie bilden zu beiden Seiten des Pharynx höchst auffallende Hervorwulstungen (Fig. II. *Aphp.*), die sich vom *Ostium pharyngeum* der Tuba (Fig. II. *Opht.*) und dem *Velum palatinum* schräg nach hinten und unten und innen zur hinteren Pharynxwand erstrecken.

Am instructivsten für die ganzen Lagenverhältnisse des fötalen Pharynx und am beweisendsten dafür, dass die ganze Hervortreibung desselben nur durch die Mächtigkeit der genannten Muskeln hervorgebracht wird, scheint mir nun hiernach die Betrachtung von Horizontaldurchschnitten durch Embryonen zu sein, und ich will deshalb über diese noch einiges sagen. Betrachten wir zuerst einen Horizontaldurchschnitt in der Höhe des harten Gaumens (Fig. III.), also in der Höhe, wo die *Musc. recti cap. ant.* am stärksten sind, so finden wir überall nur eine Bestätigung von unseren früheren Behauptungen. Der Schnitt zeigt deutlich, wie im fötalen Alter die *Musc. flexores* an der vorderen Seite der Wirbelsäule (Fig. III. *Mram.* und *Mr.*) in ihrer Ausbildung unverhältnissmässig weit vorgeschritten sind. Da sie aber vor den relativ noch sehr schmalen Wirbelkörpern dicht zusammengedrängt sind, so muss der Pharynx nothwendigerweise um die Länge des sagittalen Durchmessers der betreffenden Muskeln plus der Dicke des diese umhüllenden Bindegewebes (Fig. III. *B.*) von der Wirbelsäule abstehen.

Nehmen wir zu diesem Schnitte jetzt einen andern, der aber etwas tiefer, etwa in der Höhe des Kinnes, angelegt ist, so zeigt uns dieser schon

wesentliche Veränderungen (s. Fig. IV.). Die Muskeln sind hier deutlich von vorn nach hinten abgeplattet und ihr Querschnittt zeigt nicht mehr im Entferntesten den Umfang wie in Fig III. Je mehr aber die Stärke der Muskeln abnimmt und je mehr sie auseinander treten, um ebenso viel muss der vom Bindegewebe erfüllte Zwischenraum zwischen ihnen an Breite zunehmen und so kommt es denn auch, dass wir hier nicht mehr wie im vorigen Bilde (Fig. III. *B*) eine exquisit xförmige Gestalt desselben erblicken. Es überwiegt hier nämlich der kleinste quere Durchmesser des Zwischenraums schon über den grössten Sagittaldurchmesser um 0,5 ^{mm}, denn während der erstere 3 ^{mm} gross ist, zeigt der letztere nur 2,5 ^{mm}. In gleichem Verhältnisse aber wie die retropharyngeale Substanz (Fig. IV. *Mram.* + *B*) im Vergleiche zu dem obigen Schnitte (Fig. III.) abgenommen, um eben so viel muss jetzt auch der Pharynx der Wirbelsäule genähert sein und dies findet sich denn in der That auch genau bestätigt. Während nämlich beim obigen Schnitte (Fig. III.) der Abstand noch 4 ^{mm} betrug, ist er jetzt auf 2,5 ^{mm} herabgesunken und zeigt also die wesentliche Annäherung von 1,5 ^{mm} an die Wirbelsäule. Es zeigt uns nun dieser Schnitt im Vergleich zum vorigen jedenfalls dasselbe Verhältniss, was uns ein mit jenem gleichwerthiger Schnitt durch noch ältere Embryonen zeigen würde, denn auch dort würden jedenfalls die betreffenden Muskeln schon um ein Gewisses auseinander getreten sein und der Pharynx der Wirbelsäule in entsprechendem Verhältnisse näher liegen.

Betrachten wir nun schliesslich zu dem bisher beschriebenen Verhalten des fötalen Pharynx nun noch die entsprechenden Verhältnisse beim Neugebornen, so finden wir, dass von einem Abstand des Pharynx von der Wirbelsäule gar keine Spur mehr zu sehen ist. Und dies scheint mir nicht schwer erklärlich. Denn je breiter meiner Meinung nach die Wirbelkörper im Verhältnisse zu den *Musc. recti c. ant.* werden, je mehr die Halswirbelsäule sich mit ihrem oberen Ende nach hinten krümmt und die hinteren vertebralen Muskeln zu den vordern ins Gleichgewicht treten, desto mehr werden die nun relativ schwächer gewordenen vorderen Muskeln an die Seite der Wirbelkörper treten und ihren durch die gekrümmte Lage des Embryo bedingten Contractionszustand verlassen. Was aber das Verschwinden des die Muskel trennenden Bindegewebes betrifft, so scheint mir dieses vielleicht dadurch erklärlich, dass es durch das Auseinanderweichen der Muskeln in die Quere und somit zugleich etwas seitlich zurückgezogen wird, so dass es später als eine einfache dünne Lamelle vor den Wirbelkörpern liegt.

An diese Bemerkungen über das Lagerungsverhältniss des fötalen Schlundkopfs möchte ich nun noch einige der im Anfang schon erwähnten Muskelanomalien anreihen.

M. pharyngomastoideus. (s. Fig. V, *Phm.*)

Derselbe entspringt mit einer langen dünnen Sehne von der innern Seite des *processus mastoideus* und liegt zuerst der Innenfläche des *M. sternocleidomastoideus* dicht an; bald aber divergirt er von diesem nach innen und indem er hinter den *M. digastricus max. inf.* und *M. stylohyoideus* schräg nach unten und innen herabläuft, kreuzt er die *Carotis ext.* an deren hinteren Seite. Dann tritt er den *N. glossopharyngeus* vorn kreuzend mit dem *M. stylopharyngeus*, dessen hinterer Fläche eng anliegend, zwischen den oberen und mittleren *Constrictor pharyng.*, um dann sehnig in die Pharynxwand auszustrahlen. Sein Muskelbauch ist dünn und abgeplattet spindelförmig und misst in seiner grössten Breite 2,5 mm.

Dasselbe Präparat, an dem dieser Muskel sich fand, zeigte auch noch die von Santorin (Septemdec. tabulae, Tabelle VI. Fig. I. *h*) angegebene Anomalie, dass sich den Fasern des *M. hyopharyngeus* ein Bündel zugesellte, das vom oberen Theil der intermediären Sehne des *M. digastric. max. inf.* sehnig entsprang. (Fig. V. *Cphm.* +.)

M. petropharyngeus.

Dieser Muskel entsprang in einem Falle von der hinteren medianen Fläche der *Spina angularis oss. sphenoid.* und von dem an diese angrenzenden Theile der *Christa petrosa*, zog dann abwärts, um sich mit dem *M. stylopharyngeus* zwischen die *Constrictores pharyng.* einzusenken und zeigte also nichts besonders Merkwürdiges. Bei einem anderen Präparate jedoch, wo er an beiden Seiten gleich stark ausgebildet war, zeigte er ein ganz sonderbares Verhalten (s. Fig. V, Pph.). Beide Muskeln entsprangen hier von dem innern Ende der *Crista petrosa*, zogen dann an der hinteren Pharynxwand, etwas gegen einander convergirend, abwärts und indem sie schon in ihrem Verlaufe Muskelbündelchen (Fig. V, Pph.) an die *Musc. constrictores sup.* sandten, verschmolzen ihre Endfasern mit den Fasern des *M. constrict. med.* theils oberflächlich in dessen hintere Wand ausstrahlend, theils zwischen dessen Bündel in die Tiefe dringend.

Musc. stylopharyngeus internus. (Fig. V. *Stphi.*)

An demselben Präparate war noch ein anderer ebenfalls paarig ausgebildeter Muskel zu beobachten. Derselbe entsprang jederzeit an der Innenseite des oberen Theils des *Processus styloid.* und an dem diesem angrenzenden Theile der *Crista petrosa*, zog nach unten und innen zuerst dem Verlaufe des *M. stylopharyngeus* etwas folgend, wandte sich dann aber breiter werdend nach innen um schliesslich fächerförmig in die oberen Fasern des *M. constrictor med.* auszustrahlen. Der eine derselben gab ausserdem noch Fasern zum *M. petropharyngeus*, welche mit demselben eng verschmolzen abwärts stiegen.

M. azygos pharyngis. (s. Fig. V. *Aph.*)

Dieser Muskel entsprang normal vom *Tuberculum pharyng.*, stieg als

ein platter breiter Streifen auf den *Mucs. constrictores* abwärts, um schliesslich, nachdem er allmählig immer breiter geworden, in die Fasern der *Musc. constrict. inf.* auszustrahlen und mit ihnen zu verschmelzen. Er zeigte jedoch das Auffallende, dass er von seinem Ursprunge an ziemlich deutlich als paarig zu unterscheiden war.

Schliesslich möchte ich noch einige Fasern des *M. thyreoaryepiglotticus* erwähnen, welche mir nicht den regelmässigen Verlauf zu nehmen schienen. Ich fand nämlich an einigen Präparaten von gut entwickelter Muskulatur, dass nicht alle Fasern des genannten Muskels, wie Henle es beschreibt, vom anderen Winkel der *Cartilago thyreoidea* entsprangen, sondern theilweise vom oberen Rande des Ringknorpels am Uebergange des Bogens zur Platte. Von der straffen Anheftung dieser Fasern an den oberen lateralen Rand der *Cartilago arytaenoidea* war meist nichts zu bemerken.

Figurenerklärung.

Fig. I. Sagittaldurchschnitt durch einen Embryo von drei Monaten.

Pm, Palatum molle.
Ep, Epiglottis.
Th, Cartilago thyreoidea.
Ar, ,, arytaenoidea.
Cr, ,, cricoidea.
Cl, Cavum laryngis.
Cph, ,, pharyngis.
Mra, das Bindegewebe zwischen den *musc. rect. cap. antici.*
Opht, Ostium pharyngeum tubae.
P, verdicktes Periost.
Ll, Bandmasse des Kopfgelenks.
a } *b* } Punkte, wo *Mra* unmerklich verschwindet.

Fig. II. Sagittaldurchschnitt durch einen Embryo vom Ende des sechsten Monats.

Pm, Palatum molle.
Ep, Epiglottis.
Th, Cartilago thyreoidea.
Ar, ,, arytaenoidea.
Cr_1, *Arcus cart. cricoid.*
Cr_2, *Lamina cart. cricoid.*
Cl, Cavum laryngis.
Cph, ,, pharyngis.
Mra, das Bindegewebe zwischen den *musc. rect. cap. antici.*
Opht, Ostium pharyngeum tubae.
P, verdicktes Periost.
Ll, Bandmasse des Kopfgelenks.
Rg, Rima glottidis.
H, Os hyoideum.
Bph, Bursa pharyngea.
Aphp, Arcus pharyngopalatinus.
Cc, Musculi constrictores pharyngis.
Mat, Musc. arytaenoid. transvers.

Fig. III. Horizontalschnitt durch einen Embryo vom sechsten Monate in der Höhe des harten Gaumens, von unten gesehen.

Cphn, Cavum pharyngonasale.
Mram, Musc. rect. cap. ant. maj.
Mr. ,, rect. cap. ant. minor.
B, Bindegewebe.
Pb, pars basilaris oss. occip.
Pc, ,, condyloidea oss. occip.
C, Cochlea.
Vj, Vena jugularis int.

Fig. IV. Horizontalschnitt durch denselben Embryo in der Höhe des Kinnes, von unten gesehen.

Cpho, *Cavum pharyngoorale.*
Mram, *Musc. rect. cap. ant. maj.*
B, Bindegewebe, welches aber in sagittaler Richtung etwas zu stark entwickelt scheint, weil der Schnitt grade an dieser Stelle nicht genau horizontal durchgeführt wurde; es müsste also die hintere Pharynxwand etwas näher zur Wirbelsäule gedacht werden.
A, *Atlas.*
De, *Dens Epistrophei.*

Fig. V. Schlundkopf von hinten gesehen.

Dmi, *M. digastric. max. inf.*
Sth, ,, *stylohyoideus.*
Stg, ,, *styloglossus.*
Stph, ,, *stylopharyngeus.*
Stphi, ,, *stylopharyng. internus.*
Pph, ,, *petropharyngeus.*
Pph *. abgezweigtes Bündel desselben.
Cphs, *M. constrict. pharyng. sup.*
Cphm, *M. constrictor pharyng. med.*
Cphm +, abgezweigtes Bündel desselben zur intermediären Sehne des *Digastric. max. inf.* gehend.
Cphi, *M. constrictor pharyng. inf.*
Aph. *M. azygos pharyngis.*
Phm. *M. pharyngomastoideus.*

IV.

Studien zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule, insbesondere des Menschen und der Säugethiere

von

Dr. C. Hasse und W. Schwarck, stud. med.

Mit Tafel IV—VII.

Die Wirbelsäule, das Fundament des Skeletts, die Hülle des nach dem Gehirn wichtigsten Centralnervensystems, das charakteristische Element der höchsten Thierklasse, welche mit ihren Anhängen die Form des Körpers bedingt, muss die Blicke der Anatomen vorzugsweise auf sich lenken. Das Studium derselben ist die Grundbedingung für ein wahres Verständniss der zu ihr in Beziehung stehenden anderweitigen Elemente des Körpers, ohne dasselbe, ohne tieferes Eingehen auf die Modificationen, die sie in den einzelnen Abtheilungen der Wirbelthierreihe erfährt, ohne Aufsuchen der wichtigsten typischen Bestandtheile und der Formveränderungen, die dieselben erleiden, ist ein Aufschluss über die verwickelten Verhältnisse der Muskulatur, der Blutgefässe und Nerven und zum Theil des eingeschlossenen Rückenmarks undenkbar, und so fest wir überzeugt sind, dass alle die complicirten Erscheinungen, die uns auf diesem Gebiete entgegentreten, bei einem tieferen und umfassenderen Eingehen auf die morphologischen Verhältnisse dieses Theils des Skeletts wesentlich sich vereinfachen werden, eben so klar ist es uns, dass noch mancher Grundstein auf diesem Gebiete gelegt werden muss, bevor der Bau nach allen Seiten hin gesichert dasteht. Retzius hatte in seiner Abhandlung: »Ueber die richtige Deutung der Seitenfortsätze an den Rücken- und Lendenwirbeln beim Menschen und bei den Säugethieren«[1]) Recht wenn er sagte: »Das Studium des Rückgrats ist bisher unläugbar sehr vernachlässigt worden, wenn man es mit dem vergleicht, was für die genauere Kenntniss des Schädels und eines grossen Theils der übrigen

1) Müller's Archiv 1849.

Knochen geschehen ist, und er suchte den von ihm gefühlten Mängeln durch umfassende Untersuchungen über die charakteristischen Bestandtheile eines Theils der Wirbel abzuhelfen. Dennoch besteht sein Ausspruch, was die gröberen Verhältnisse betrifft, auch heute noch zu Recht, da er auf dem Wege, den er gebahnt, nicht fortgeschritten, und daher mag es auch kommen, dass die Resultate, welche er erzielt, nicht genügende Beachtung fanden und selbst in den besten der neueren Anatomien nicht eingehender berücksichtigt wurden. Der Weg, den er gezeigt, wurde zunächst betreten und in einer vorläufigen Mittheilung: »Ueber die Fortsätze der *processus transversi* der Wirbel«[1]) hat der eine von uns eine Erweiterung der Ansichten in seinem Sinne angestrebt und zunächst für den Menschen geltend zu machen gesucht, allein eben so wenig wie ein fruchtbringendes Studium des menschlichen Körpers denkbar ist ohne stete Rücksichtnahme auf die Verhältnisse bei den übrigen Wirbelthieren, eben so wenig kommt man zu allgemeinen Anschauungen, wenn man nicht stets das Werden der Organe und der einzelnen Theile derselben vor Augen hat. Vergleichende Anatomie, vergleichende Entwicklungsgeschichte, das sind die beiden Eckpfeiler des Gebäudes wissenschaftlicher Anatomie, und so durften wir uns auf dem Gebiete der Morphologie der Wirbelsäule nicht weiter wagen, ohne auf dem Fundamente der Entwicklungsgeschichte zu fussen.

In den ausgezeichneten Untersuchungen Rathke's[2]), Koelliker's[3]) und Gegenbaur's[4]) ist eine Fülle von Beobachtungsmaterial niedergelegt und in den Grundzügen die Entwicklung der Wirbelsäule vorgeführt. Aus diesen Quellen haben wir vorzugsweise geschöpft und sie bilden die Grundlagen für die nachfolgenden Untersuchungen. Es könnte vielleicht überflüssig erscheinen, durch diese Forscher bekannt gewordene Thatsachen zu wiederholen, allein wir glauben nachfolgende Darstellung um so mehr rechtfertigen zu dürfen, als einzelne Punkte schärfer und bestimmter hervorgehoben dazu dienen möchten, grössere Klarheit in das Gebiet der groben anatomischen Verhältnisse der Wirbel zu bringen, welches, wie gesagt, bisher wenig oder nicht genügend von den Anatomen betreten ist. Soweit sind, Dank den Bemühungen obiger ausgezeichneter Forscher, unsere Kenntnisse über die Entwicklung des Rückgrats vorge-

---

1) Zeitschrift für rationelle Medicin.

2) Entwicklungsgeschichte der Natter. Ueber die Entwicklung der Schildkröten. Untersuchungen über die Entwicklung und den Körperbau der Crocodile.

3) Entwicklungsgeschichte.

Weitere Beobachtungen über die Wirbel der Selachier.

Ueber das Ende der Wirbelsäule der Ganoiden und einiger Teleostier.

4) Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule bei Amphibien und Reptilien.

schritten, dass es möglich ist, die allgemeinen Grundzüge, gleichsam den Grundplan herzustellen, und wenn auch hie und da die Hypothese fussend auf Vorgänge bei homologen Organen sich geltend machen, manches Räthsel auch hie und da auftauchen muss, nun so wäre es möglich, dass durch scharfes Hervorheben der einschlägigen Punkte eine Anregung zu weiterem Forschen auf diesem interessantem Gebiete gegeben werde, und Weiteres soll unsere Arbeit nach dieser Richtung hin nicht bezwecken. Wir sind uns vollauf der Schwierigkeiten des vorliegenden Themas bewusst, möge man Nachsicht üben, wenn Mängel sich zeigen und die Untersuchungen nicht so umfassend erscheinen, wie es wohl wünschenswerth wäre. Das Material, welches uns Herr Hofrath Koelliker in so freundlicher und bereitwilliger Weise zur Disposition stellte, wofür wir unseren herzlichsten Dank abstatten, hat uns namentlich in den unteren Wirbelthierklassen nicht so zu Gebote gestanden. Ebenso möge man Nachsicht damit üben, dass wir von einer ausführlichen Darstellung der Geschichte unseres Themas abstrahiren und nicht überall die Namen der Autoren beifügen. Es geschieht gewiss viel weniger, um als etwas Neues hinzustellen, was schon lange bekannt, als im Interesse der Kürze und Uebersichtlichkeit der Darstellung. Was etwa neu, wird leicht dem Kundigen in die Augen springen, im Uebrigen gebührt mit Bezug auf das Allgemeine den obengenannten Autoren das Hauptverdienst.

Die Aehnlichkeiten der Wirbel unter einander sind ungemein ausgeprägt. Bei der discreten Wirbelbildung treten uns in voller Ausbildung oder doch in Rudimenten nachweisbar drei Bestandtheile entgegen, der Körper (*centrum*), der obere (*arcus superior s. neurapophyses*) und der untere Bogen (*arcus inferior s. haemapophyses*). Zu ihnen gesellt sich als vierter Bestandtheil, aber nicht so constant wie jene, der Seitenfortsatz (*processus lateralis*). Es frägt sich nun: Bieten diese einzelnen Bestandtheile innerhalb der einzelnen Klassen bei gegliedertem Rückgrat vollkommene Homologien dar, ferner sind sie typisch, lassen sie sich zu irgend einer Periode des Lebens, sei es im fötalen, sei es im jugendlichen oder erwachsenen Zustande nachweisen? Diese Fragen lassen sich für die drei ersten Bestandtheile im Allgemeinen mit ja beantworten. Anders steht es dagegen mit dem Seitenfortsatze, den wir bald an dem oberen Bogen, bald an dem Körper seinen Ursprung nehmen sehen, ja er kann sogar halb dem Bogen, halb dem Centrum ansitzen. Je nach diesen verschiedenen Anheftungsweisen wären wir genöthigt, verschiedene Kategorien von Seitenfortsätzen aufzustellen, dürften die einen nicht mit den anderen parallelisiren und doch sehen wir, dass der Seitenfortsatz fast ein ähnliches constantes Vorkommen zeigt wie die übrigen Muskelbestandtheile, ähnlichen wichtigen Zwecken dient, in den höheren Wirbelthierklassen sogar an die Stelle der Hämapophysen tritt und mehr oder minder

vollständig das Gerüst für die Umhüllung der Organe des vegetativen Lebens abgiebt. So bieten sich schon bei der Betrachtung der grob anatomischen Verhältnisse dieser wichtigen Theile Schwierigkeiten dar, deren Lösung sich nur gewinnen lässt, wenn wir auf die Entstehungsweise der Wirbel näher eingehen, und diese wird uns lehren, auf wie einfache Verhältnisse wir den complicirten Bau eines Wirbels zurückzuführen vermögen, welche Fülle von Theilen in die Bildung des bleibenden Wirbels eingehen, und wie dennoch ein Grundplan sich geltend macht. Wir werden Theile auftreten sehen, die in den niedersten Wirbelthierformen das Wesentliche in dem Bau der Wirbelsäule bedingen und die im Laufe der Entwicklung innerhalb der einzelnen Klassen entweder verschwinden, oder in ihrer Bedeutung zurücktreten und dieses in einer gewissen Progression, Hand in Hand mit der Entwicklung von Theilen, die bei den niederen Wirbelthieren in ihrer Bedeutung sekundärer Natur sind. Adoptiren wir das Princip, welches in der Wissenschaft eingeführt ist, gehen wir aus von den einfachsten Formen, unter denen ein in Frage stehender Theil erscheint, dann hellt sich das Dunkel und es gewinnt Bedeutung, was bis dahin gleichgültig oder unwesentlich erschien. Welch grosse Nachtheile ein anderes Verfahren mit sich führt, das zeigt Richard Owen in seiner Anatomy and Physiology of vertebrates. Anstatt sich an das entwicklungsgeschichtlich Gegebene zu halten, anstatt der Frage nachzugehen, was das typische in dem Bau der Wirbel sei, welches die wesentlichen, welches die unwesentlichen Bestandtheile sind, thut er der Natur Zwang an und construirt einen idealen Wirbel, der Alles enthält, was überhaupt in die Bildung eines Wirbels eingehen kann und verfolgt nun an einzelnen Repräsentanten der verschiedenen Klassen die Modificationen, die dieses sein eigenes Geschöpf erfährt. Kein Wunder daher, wenn wir ihn bald im Dunkeln tappen sehen, wenn wir finden, dass er Theile, die ihrer ganzen Entwicklung nach zusammengehören, trennt und solche, die geschieden werden müssen, verbindet. Die Natur lässt sich eben keinen Zwang anthun. So sehr verdienstliche Aufklärungen dieser englische Forscher, der einer der ersten in der wissenschaftlichen Welt seines Landes ist, über den Bau des Rückgrats uns gegeben und so sehr wir anerkennen müssen, eine wie grosse Fülle des Materials derselbe durchgearbeitet, so lässt sich doch nicht verkennen, dass er weit mehr geleistet haben würde, wenn er dem Werden näher auf den Grund gegangen wäre.

Bevor wir nun auf die Entwicklung der Wirbel und auf das Allgemeine im Bau derselben innerhalb der einzelnen Wirbelthierklassen und auf die des Menschen und der Säuger im Besonderen eingehen, wollen wir zunächst die zur Bildung derselben wesentlichsten Elemente und ihre Beziehungen zu einander betrachten. Der bleibende Wirbel entwickelt

sich aus zwei Theilen, aus der *chorda* sammt der zu ihr gehörenden Scheide und aus einer dieselben umschliessenden Belegungsmasse. Aus ersteren entwickelt sich der eigentliche Kern des Wirbels und wir wollen ihn daher den chordalen Wirbelkörper oder das eigentliche Wirbelcentrum nennen, aus letzterer dagegen entwickeln sich obere und untere Bogen, Seitenfortsätze und Rippen. So einfach nun diese Verhältnisse der beiden Elemente erscheinen, so sehr complicirt sich das Verhältniss im weiteren Verlaufe der Entwicklung und innerhalb der einzelnen Thierklassen; mag nun aber eine Modification eintreten, welche da wolle, so lässt sich soviel sagen, dass niemals die Grundlage der Bogen und der seitlichen Fortsätze aus Elementen hervorgehen, die zur Bildung des chordalen Wirbelcentrums, des eigentlichen Wirbelkörpers beitragen. Anders freilich stellt sich das Verhältniss bei der Betrachtung der Stadien, die den bleibenden am nächsten stehen. Mit dem bleibenden Wirbelkörper stehen alle diese Theile entweder in continuirlicher oder discontinuirlicher Verbindung, und das kommt einfach daher, dass Theile der Belegungsmasse den chordalen Wirbelkörper verstärken helfen, sich gleichsam sekundär an denselben anlagern und zwar in einem grösseren oder geringeren Grade, so dass immer Theile der Belegungsmasse in den Process der Bildung des erwachsenen Wirbelkörpers hineingezogen werden, und so kann es vorkommen, dass Fortsätze, die eigentlich nichts mit dem eigentlichen Wirbelcentrum zu thun haben mit demselben im bleibenden Zustande aufs innigste zusammenhängen. Im Anschluss demnach an die getrennt auftretenden Elemente müssen wir eine strenge Scheidung in dem, was wir Wirbelcentrum und Fortsätze nennen wollen, eintreten lassen. Wirbelkörper oder Wirbelcentrum ist immer nur ein Segment der primordialen Wirbelsäule, entstanden aus Chorda und ihrer Scheide. Wollen wir also die Homologien des Wirbelkörpers ins Auge fassen, so haben wir darauf Rücksicht zu nehmen. Nur dieses aus den genannten beiden Theilen auf mannigfache Weise sich entwickelnde Gebilde ist typisch, was hinzutritt ist ein plus oder minus. Es ist von fundamentaler Wichtigkeit für die folgenden Schilderungen, denn nur so gewinnen wir einen Haltpunkt für das, was wir obere, untere Bogen und Seitenfortsätze nennen wollen. Ein aus dem chordalen oder eigentlichen Wirbelkörper hervorgehender Fortsatz kann nicht zu irgend einem dieser Processus gerechnet werden, und auf der anderen Seite wird es klar, wie darin ein Wechsel vorkommen kann, dass ein Fortsatz bald am bleibenden Wirbelkörper, bald am Bogen entspringt. Sie haben alle ein und dieselbe Bildungsgrundmasse, die primär mit dem Wirbelkörper nichts gemein hat, wenn sie auch sekundär zur Bildung desselben beiträgt. Man darf nun aber nicht glauben, dass, wenn wir streng zwischen dem chordalen Wirbelkörper und der Beleg- oder äusseren skelettbildenden Schicht scheiden,

dass die Bildungsvorgänge in der Zeit sich folgen, dass sich primär der eigentliche Wirbelkörper, sekundär erst der mit ihm verschmelzende Theil der Belegungsmasse entwickelt. Die Entwicklung innerhalb der beiden Elemente geht mehr oder minder gleichzeitig vor sich. Wollen wir daher den Ausdruck primärer oder sekundärer Wirbelkörper gebrauchen, so ist es eben nur ein Ausdruck im Interesse des leichteren Verständnisses.

Gehen wir nun nach diesen Betrachtungen etwas näher auf die Verhältnisse der beiden Grundelemente ein. Eine Grundform des Rückgrats ist allen Wirbelthierklassen gemeinsam und dieselbe kann entweder permanent sein oder nur ein vorübergehendes erstes Stadium repräsentiren. Von diesem müssen wir ausgehen und verfahren wir so, gehen wir auf die Urform zurück, dann scheiden wir das Wesentliche von dem Unwesentlichen. Es ist die Chorda mit ihrer Scheide, die als continuirlicher Strang vom vorderen bis zum hinteren Rumpfende, ohne irgend welche Unterbrechung, Einschnürung oder Ausbuchtung sich verfolgen lässt und die von einem ebenso continuirlichen Rohr der äusseren skelettbildenden Schicht umgeben wird. Die einzelnen Theile erheben sich nicht über den häutigen Zustand. Aus ersterem können sich dann wieder oben und unten Fortsätze zur Umschliessung des Rückenmarks und der Organe des vegetativen Lebens erheben. Sie können vollkommen geschlossen sein oder offen stehen, können aber auch vollkommen fehlen, wie es am Schwanzende vieler Wirbelthiere der Fall. Die Apophysen werden dadurch geschlossen, dass sie einander entgegenwachsen, jedoch so, dass dieselben, nachdem sie sich an einander gelegt haben, häufig noch eine Strecke weiter fortwachsen und somit einen *proc. spinosus superior* oder *spina neuralis* und einen *inferior* oder *spina haemalis* bilden. Man muss annehmen, dass diese Fortsätze entsprechend den beiden symmetrischen Theilen, aus denen sie hervorgehen, ebenfalls aus zwei Hälften bestehen, denn nur so können wir uns die Spaltung der unpaaren Fortsätze innerhalb bestimmter Klassen erklären. Häufig verschmelzen sie eben zu unpaaren Stacheln, können aber auch jenseits des von den Apophysen umschlossenen Hohlraumes streckenweise getrennt sein und somit sekundäre Kanäle bilden. Diese Fortsätze können fehlen oder vorhanden sein, sie sind eben kein nothwendiges Erforderniss. Bei Amphioxus und den Myxinoiden ist das häutige Stadium permanent, während dagegen bei Petromyzon schon eine Modification darin sich geltend macht, dass innerhalb der aus der äusseren skelettbildenden Schicht sich erhebenden häutigen Bogen eine Differenzirung eintritt, knorplige Längsleisten als erste Andeutung einer durchgehenden Segmentirung der Wirbelsäule auftreten. Die Scheide der Chorda ist dabei gewöhnlich in drei besondere Lagen zerfallen. Durch den vollkommenen Zerfall des continuirlichen primordialen Rückgrats, hervorgerufen durch Wachsthumsdifferenzen und Fortbildung der einzelnen

Gewebe zu verschiedenen Combinationen, in einzelne sogenannte Wirbel und in *spatia intervertebralia* wird das so eben geschilderte Grundschema nicht alterirt. In beiden Abschnitten finden wir die beiden wesentlichen Grundelemente wieder, nur verschieden in ihrer Masse und in ihren wechselseitigen Beziehungen und Modificationen. Sind nun aber alle Elemente den beiden wesentlichen Theilen des Rückgrats wenn auch in verschiedenem Masse gemeinsam, so ist es auch erklärlich, wie die von der äusseren Belegmasse ausgehenden Fortsätze, unbeschadet der völligen Uebereinstimmung, bald aus der Gegend der Wirbelkörper, bald von den *spatia intervertebralia* ausgehen können. Freilich haben wir damit noch nicht den letzten Grund gefunden, warum gerade an dieser oder jener Stelle so wichtige Hervorragungen sich erheben, man kann nur sagen, dass in dem gleichen Gewebe der äusseren Belegmasse, sowohl am Wirbel wie am Zwischenwirbelraum die Bedingungen zur Entwicklung von Fortsätzen vorhanden sind, die denselben Zwecken dienen. Dies gilt namentlich für die Hämapophysen, während dagegen die oberen Bogen sich meistens an den Bereich eines Wirbels halten, obgleich auch hier Modificationen, wie bei einigen Selachiern eintreten können. Im Allgemeinen kann man sagen, jeder Wirbel besteht aus Körper, oberen und unteren Bogen, die theils in voller Ausbildung, theils in Rudimenten vorhanden sein können, und wobei namentlich der untere den grössten Wechseln unterworfen ist. Den beiden wesentlichsten aus der äusseren skelettbildenden Schicht hervorgehenden Theilen können wir dann noch den *processus lateralis* beifügen, der, wenn auch nicht überall vorhanden und grossen Wechseln unterworfen, in seiner einfachsten Form zwischen beiden Bogen aus der Masse hervorgeht. Dies die Grundform eines Wirbels, der man noch als symmetrische Theile die *processus spinosi* beifügen kann.

Aus Wirbeln und den Geweben der *spatia intervertebralia* baut sich also das Rückgrat bei den meisten Wirbelthieren auf und beide müssen wir daher gesondert betrachten, um so mehr, weil sie mehr oder minder in ihrer Entwicklung einen selbständigen Weg nehmen.

Wir haben schon vorhin die beiden wesentlichsten Theile, aus denen sich ein Wirbel aufbaut, Chorda sammt Scheide und äussere skelettbildende Schicht erwähnt, und wenn wir jetzt den Antheil bezeichnen sollen, den beide Theile an dem Aufbau nehmen, so finden wir, dass, je höher wir in der Thierreihe emporsteigen, desto mehr die Chorda mit den zu ihr gehörenden, aus ihrer Masse gebildeten Theilen an Bedeutung verliert, in demselben Maase aber die äussere aus dem mittleren Keimblatte stammende skelettbildende Lage an Bedeutung gewinnt; und man kann sagen, dies wiederholt sich im Laufe der Entwicklung innerhalb der einzelnen Thierklassen. Was nun für den Wirbel im Allgemeinen gilt,

das gilt auch für den Intervertebralraum. Zu gleicher Zeit macht sich noch in sofern eine stufenweise Fortbildung geltend, als wir gleichzeitig mit der grösseren Theilnahme der äusseren skelettbildenden Schicht und mit der fortschreitenden Differenzirung, welche dieses Element erfährt, eine immer stärkere Zunahme des mit demselben sich heranbildenden Gewebes des Knorpels sehen.

Wir haben vorhin streng zwischen dem eigentlichen oder chordalen Wirbelkörper und der Belegungsmasse der äusseren skelettbildenden Schicht geschieden, und so einfach und klar die Grundverhältnisse dieser beiden vorzuliegen scheinen, so treten dennoch Complicationen ein, die das Urbild einigermassen verdecken, und in Folge dessen werfen sich Fragen auf, deren Lösung bislang noch nicht in vollem Masse angestrebt.

Beginnen wir zunächst mit der Chorda und ihrer Scheide, die ja den chordalen Wirbelkörper zusammensetzen. Auf zweierlei Weise kann die Bildung desselben vor sich gehen. Diese beiden Bildungsmodalitäten sind aber nicht streng von einander geschieden. Es finden Uebergänge zwischen denselben statt. Die beiden Bildungsmodalitäten sind die, dass die von der Chorda aus gebildete Scheide sich differenzirt und theilweise verknöchert, während im anderen Falle eine von der äusseren skelettbildenden Schicht sich lösende Lage den eigentlichen Wirbelkörper aufbaut. Erstere ist die niederste, letzere die höhere Form. Dies sind nun zwei Vorgänge, die auf den ersten Blick einen principiellen Unterschied in der Bildungsweise des Wirbels zu bedingen scheinen, da die Chorda mit der von ihr aus gebildeten Scheide einen anderen Ursprung hat, als die aus dem mittleren Keimblatt sich sondernde Umhüllung, und dieser manifestirt sich auch schon darin, dass die eigentliche Chordascheide soweit bis jetzt bekannt niemals aus Zellen besteht, und daher zellenlose Scheide genannt werden soll, sondern nur den Werth einer cuticularen Bildung besitzt, während dagegen die andere stets zellige Elemente in sich schliesst und daher zellenhaltige Scheide genannt werden mag, und diese ist es gerade, die durch ihr Wachsthum die Bedeutung der Chorda in dem Wirbelaufbau der höchsten Klassen ausschliesst. In der That sollte man eigentlich nach den bis jetzt vorliegenden Thatsachen zwei Formen des chordalen Wirbelcentrums unterscheiden, die trotz der Uebergänge auseinander gehalten werden müssten, allein dennoch möchte eine gewisse Berechtigung darin liegen, nur einen Typus anzunehmen, um so mehr, wenn es gelingt, eine Abgrenzung der Zellenscheide gegenüber dem Reste der äusseren skelettbildenden Lage nachzuweisen. Wir sehen, dass dies bei dem grössten Theil der Selachier möglich, wir werden sehen, dass eine solche auch bei den höheren Formen noch mehr oder minder zur Geltung kommt. Wir finden ausserdem, dass diese Lage in die innigsten Beziehungen zur Chorda tritt, während der Rest der äusseren skelett-

bildenden Schicht mehr oder minder seinen selbständigen Entwicklungsgang nimmt und erst sehr viel später in die Masse des bleibenden Wirbels partiell eingeht. Verhehlen können wir uns aber nicht, dass erst dann eine sichere Grundlage für die Annahme nur einer Grundform des eigentlichen Wirbelkörpers, des Bestehens desselben aus Chorda und Scheide, sei dieselbe nun zellenlos oder zellenhaltig, gewonnen ist, wenn es gelungen sein wird, im frühesten Stadium der Wirbelgenese eine Trennung innerhalb der äusseren Hülle nachzuweisen. Und wenn uns eine solche Spaltung auch als möglich erscheint, so fehlen doch durchaus noch die absolut sicheren Grunglagen für eine solche Annahme, und dies ist der Punkt, dessen Entscheidung von der höchsten Wichtigkeit erscheint. Jedes Moment, welches eine Stütze für diese Ansicht abgiebt, erscheint uns sehr wichtig, und dafür halten wir die überall nachweisbare Trennung zwischen der Zellenscheide der Chorda und der äusseren skelettbildenden Schicht, die mit grösserer oder geringerer Deutlichkeit sich bei den verschiedenen Klassen statuiren lässt. Zieht man dann noch die Uebergänge in Betracht, so weisen auch diese, wenn auch nicht zwingend, auf den innigen Zusammenhang der beiden Entwicklungsformen hin. Bilde sich nun das eigentliche Wirbelcentrum aus der zellenlosen oder zellenhaltigen Scheide, so hat derselbe meistens mehr oder minder deutlich ausgeprägt die Gestalt eines Doppelkegels, eine Form, die wohl einmal von den Wachsthumsdifferenzen der Chorda in der Mitte und an den Enden und namentlich von der Ablagerung fester Massen in der Mitte rings um die Chorda abhängt.

Bildet die eigentliche zellenlose Chordascheide wie bei den Teleostiern und einem Theil der Knochenganoiden den chordalen Doppelkegel, so erfolgt der Aufbau so, dass dieselbe meistens in drei Lagen eine strukturlose *elastica interna*, eine Faserlage und eine *externa*, mit der sie gegen die äussere skelettbildende Schicht abgesetzt ist, zerfällt. Innerhalb der Fasersubstanz lagert sich dann osteoide Substanz ab, und nun kann wie bei den Teleostiern die Chorda persistiren oder wie bei den Knochenganoiden verknöchern. Gleichwie die eigentliche Chordascheide in verschiedene Lagen zerfällt, so differenzirt sich auch die äussere skelettbildende Schicht, so dass sich aus ihr am Rumpfe die oberen und unteren knorpligen Bogen differenziren, während zwischen ihnen die Schicht unverändert bleibt und als Periost fungirt, das sich auch über die Fortsätze erstreckt. Am Schwanzende kann dann entweder gar keine Sonderung eintreten, oder es entwickeln sich oben und unten Knorpelstückchen, die nur bei einigen Teleostiern rings um den Wirbelkörper herum greifen. Der bleibende Wirbel entwickelt sich vor allem dann durch periostale Ablagerungen auf das eigentliche Centrum, die dann so stark werden können, dass durch dieselben ein Theil der knorpligen Bogen in der Masse des bleibenden Wirbelkörpers

aufgeht. Uebrigens können diese Periostablagerungen auch sehr geringfügig sein, ja gänzlich fehlen, in welchem Falle dann der chordale Wirbelkörper die Hauptmasse im erwachsenen Zustande ausmacht, die einfachste Form, die bei den Leptocephaliden ihre Repräsentanten hat.

Lässt sich nun bei den Teleostiern und zum Theil den Knochenganoiden nachweisen, dass oberer und unterer Bogen aus der äusseren skelettbildenden Schicht entstehen, die erst sekundär zur Bildung des bleibenden Wirbels beiträgt, jedoch bei der Bildung des eigentlichen Wirbelcentrums nicht in Betracht kommt, so ist der Nachweis des Entstehens des Seitenfortsatzes, der bei den Pleuronectiden, den Muraenen und den Knochenganoiden vorkommt, aus derselben noch zu führen, allein es wäre eine Ausnahme ohne Gleichen, wenn es nicht der Fall wäre, einmal weil wir die Fortsätze immer aus dem Theil der äusseren skelettbildenden Schicht entstehen sehen, der nichts zur Bildung des eigentlichen Wirbelkörpers beiträgt, und dann, weil wir sehen werden, wie an bestimmten Orten der Seitenfortsatz dieser Thiere aus der Basis des oberen Bogens hervorgeht; der doch nie aus dem chordalen Wirbelkörper entspringt. Selbst da, wo derselbe an der Seitenfläche des bleibenden Wirbelcentrums zum Vorschein kommt, werden wir später denselben in so innige Beziehungen zum oberen namentlich aber zum unteren Bogen treten sehen, dass eine Erklärung eines andern Ursprungs als aus der Schicht, aus der diese entstehen, die grössten Schwierigkeiten haben müsste. Was für die Teleostier gilt, scheint auch im vollen Umfange für die Ganoiden Geltung zu haben, doch möchten wir auf die eigenthümliche Abweichung, die sich bei Lepidosteus mit Bezug auf eine Knorpellage innerhalb der *elastica externa* findet, und die nach Koelliker durch Hineinwachsen aus der äusseren skelettbildenden Schicht entstehen soll, ganz besonders aufmerksam machen. Vielleicht möchte ein genaueres Studium der Entwicklung dieses Fisches einen Uebergang zu der Entstehung des chordalen Wirbelkörpers bei den nächsthöheren Wirbelthieren, und somit in dieser Knorpellage ein wenn auch wenig ausgebildetes Aequivalent einer zellenhaltigen Chordascheide nachweisen. In dieser Beziehung wären auch wohl diejenigen Teleostier und Ganoiden, welche wie Aale, *Perca, Triodon, Axnis Cisus, Amia, Polypterus,* ein sogenanntes inneres Periost besitzen, in ihrer Entwicklung näher zu studiren. Dieses hat bald die Natur eines Bindegewebes, bald die eines Faserknorpels und liegt an der Innenseite der periostalen Ablagerungen der äusseren skelettbildenden Schicht, auf dem unbedeutend entwickelten eigentlichen Wirbelkörper. Auch die Beziehungen dieser Lage zu den knorpligen Bogen und den bei den Aalen und Ganoiden vorkommenden Seitenfortsätze müssten noch näher festgestellt werden. Ist dieselbe ein Analogon der zellenhaltigen Chordascheide, und zeigt sich dieselbe demnach gegenüber der äusseren

skelettbildenden Schicht von vorne herein differenzirt, dann könnte keine Beziehung derselben zu den Fortsätzen stattfinden. Festzustellen wäre ferner noch und auch das wäre als Uebergangsstadium zu den Verhältnissen höherer Thiere von Wichtigkeit, ob am Rumpfe bei den Muraenen und Ganoiden, bei denen die Seitenforsätze in starker Ausbildung vorhanden sind, vorausgesetzt, dass sie aus der skelettbildenden Lage mit knorpliger Anlage hervorgehen,die knorpligen Fortsätze vollkommen oder nur stellenweise, unvollkommen das eigentliche Wirbelcentrum umhüllen. Trotz mangelnder eigener Untersucungen glauben wir an ein solches Verhalten.

Haben wir nun so die Wirbelgenese der Teleostier und Ganoiden in den Grundzügen festgestellt, so wenden wir uns jetzt zur Schilderung derselben Verhältnisse bei den Plagiostomen mit discreter Wirbelbildung. Die erste Anlage der Wirbelsäule ist dieselbe wie bei allen übrigen Wirbelthieren und wir haben auch hier wieder von der Chorda mit ihrer strukturlosen Scheide und der sie umgebenden äusseren skelettbildenden Schicht auszugehen. Erstere nimmt von jetzt an keinen wesentlichen Theil mehr an dem Aufbau des chordalen Wirbelkörpers, wenn dieselbe auch länger, wie es bei den höheren Thieren der Fall, persistirt. Die Segmentirung der Wirbelsäule geht durch Wachsthumsdifferenzen an bestimmten Stellen vor sich, obgleich bei diesem Process wohl mehr die gleich zu beschreibende innere Lage der äusseren skelettbildenden Schicht die zellenhaltige Chordascheide und deren Wachsthum an bestimmten Stellen eine Rolle spielt. Die struktur- und zellenlose Scheide umkleidet als *elastica interna* die in den *spatia interverteberalia* auch hier vorzugsweise ausgebildete Chordagallerte und erst dadurch, dass sich aus der äusseren skelettbildenden Schicht eine Lage, die zellenhaltige Scheide mit Deutlichkeit absondert, verschiedene Modificationen eingeht und sich gegenüber der äusseren skelettbildenden Schicht mit einer deutlichen cuticularen *elastica externa*, die nicht mit der gleichnamigen der zellenlosen Scheide der Teleostier verwechselt werden darf, absetzt, bildet sich der chordale Wirbelkörper. In ihrem ersten Beginn eine zellenhaltige Bindegewebslage, schliesst sie sich eng an die Chorda an und kann nur entweder so persistiren, wie bei den niedersten Formen, oder in Faserknorpel und Knorpel übergehen, der schliesslich selbst verkalken und in Faserknochen oder Knorpelknochen übergehen kann. Dieser Process der Bildung des chordalen Wirbelkörpers bei den höchsten Formen, der wie bei den Teleostiern und Ganoiden eine ausgeprägte Doppelkegelform besitzt, geht in der Mitte der zellenhaltigen Scheide vor sich und kann nun entweder die ganze Masse desselben, ergreifen oder eine äussere und innere Knorpellage übrig lassen, von denen aus das Dickenwachsthum des eigentlichen Wirbelkörpers besorgt wird. Die Chorda kann sich zeit-

lebens als solche erhalten oder verschwinden. Selten verkalkt sie. Die *elastica interna* persistirt in den meisten Fällen, ebenso die *externa*, obgleich letztere bei verkalktem chordalen Wirbelkörper verschwunden sein kann. Was dann die Verhältnisse der äusseren skelettbildenden Schicht nach Abtrennung der Chordazellscheide betrifft, so sehen wir an derselben ähnliche Vorgänge sich geltend machen wie bei den vorhin beschriebenen Klassen. Dieselbe, eine Bindegewebslage, trennt sich entweder oben und unten oder rings um den chordalen Wirbelkörper in eine Knorpelmasse, aus der die Bogen hervorgehen, und in eine Bindegewebslage (Periost oder Perichondrium), und nun kann das Verhalten so sein, dass der chordale Wirbelkörper einzig und allein den bleibenden constituirt oder dass, wenn die Bogen nicht rings herum greifen, zwischen denselben auf dem chordalen Wirbelkörper periostale Ablagerungen sich finden und zwar so, dass ein Theil der knorpligen Bogen mit zur Bildung des bleibenden Wirbelcentrums beiträgt, oder die ringsum gelagerte Knorpelmasse kann selbständig verkalken, ohne dabei mit dem eigentlichen Wirbelkörper zu verschmelzen.

Betrachten wir jetzt die Verhältnisse der Gewebe des *spatium intervertebrale* etwas näher. Sie sind im Ganzen genommen recht übereinstimmend, wenn man auf die Gewebe Rücksicht nimmt, die den chordalen Wirbelkörper constituiren und von denen wir wissen, dass sie sich in das *spatium intervertebrale* fortsetzen. Die Chorda gewinnt bei allen Fischen innerhalb des Intervertebralraums, wie allgemein bekannt, eine recht beträchtliche Ausdehnung und bei denjenigen Teleostiern, die einen beträchtlichen chordalen Wirbelkörper besitzen, setzt sich die denselben constituirende Scheide mit den charakteristischen drei Lagen der *elastica interna*, Faserlage und *elastica externa* als ein *ligamentum intervertebrale internum* zwischen zwei eigentlichen Wirbelkörpern fort. Sie gewinnt dabei etwas an Wichtigkeit, jedoch ohne die stark gewucherte Chordasubstanz wesentlich zu beengen, während sich dann die äussere skelettbildende Schicht als äusseres Zwischenwirbelband (*ligamentum intervertebrale externum*) zwischen zwei periostalen Doppelkegeln fortsetzt. Durch jenes wird das Längenwachsthum des chordalen, durch letzteres das des periostalen Wirbelkörpers durch Randapposition bewirkt. Bei denjenigen Teleostiern und Ganoiden, welche wie die Aale, Amia und Polypterus nur einen kleinen chordalen Wirbelkörper besitzen, erstreckt sich die strukturlose Chordascheide allerdings als eine Fortsetzung des chordalen Wirbelkörpers in das *spatium intervertebrale* hinein, allein es scheint sich keine besondere Differenzirung unmittelbar an dem chordalen Wirbelkörper geltend zu machen und somit auch ein wesentliches Längenwachsthum des chordalen Wirbelkörpers zu fehlen. Es wäre nun wohl denkbar, dass die besondere Ausbildung desselben durch die mächtige

und schnelle Entwicklung des aus der äusseren skelettbildenden Schicht hervorgehenden sogenannten inneren Periostes beschränkt würde, von der wir die Vermuthung aufstellen, dass sie das Analogon einer zellenhaltigen Chordascheide sei. Bis an die Grenze des Intervertebralraums entwickelt sich dasselbe immer mehr, ohne jedoch die Chorda in ihrer Entwicklung wesentlich zu hemmen. In der Mitte des Intervertebralraums zwischen den periostalen Doppelkegeln sehen wir erst wieder einen Zerfall der strukturlosen Scheide in die drei Lagen, die dann ein *ligamentum intervertebrale internum* darstellen; allein dasselbe schliesst sich nicht wie bei der Mehrzahl der Teleostier an das *externum* an, sondern es lagert sich dazwischen eine Fortsetzung des sogenannten innern Periosts, und es würde von höchstem Interesse sein, hier an dieser Stelle, wo es am leichtesten gelingt, nachzuforschen, ob etwa eine strenge Scheidung zwischen dem äusseren Intervertebralligament und dem inneren Perioste sich fände. Wäre dies der Fall, dann wäre die Vermuthung, die wir bei der Betrachtung des Baues der Wirbelkörper der Ganoiden und Aale gemacht, dass wir hier einen Uebergang zur Bildung des chordalen Wirbelkörpers und der Gewebe des Intervertebralraums durch das Ueberwiegen der zellenhaltigen über die zellenlose Scheide haben, richtig. Diese Thiere bildeten dann das Bindeglied zwischen Selachiern und Teleostiern, und es würde dann auch Berechtigung da sein, ohne dass damit etwas in dem Wesen unserer ganzen Darstellung geändert würde, den Begriff des chordalen Wirbelkörpers dieser Thiere weiter zu fassen, als wir es bis jetzt gethan, und die innere Periostlage hinzuzurechnen, so dass die Entwicklung des eigentlichen Wirbelcentrums mit der Entwicklung der accessorischen Theile der Periostallagerungen gleichen Schritt hielte, eine Anschauung, der wir von vorne herein ausserordentlich zugethan sind. Ja man könnte noch weiter gehen. Wenn wir Recht hätten, dass bei Lepidosteus die Knorpellage innerhalb der *elastica externa* nicht durch Hineinwachsen aus der äusseren skelettbildenden Schicht in die Lagen der zellenlosen Chordascheide gekommen wäre, und hier eine Bildung des chordalen Wirbelkörpers aus einer zellenhaltigen Scheide stattfände, dann stände Lepidosteus am höchsten unter den Teleostiern und Ganoiden, ja griffe sogar über die Selachier zu den nächsthöheren Formen hinüber, wäre gleichsam das Urbild im Wesen der Wirbelgenese dieser Thiere, durch den Verknöcherungsprocess, der sich im ausgedehnten Masse findet. Damit soll nun aber nicht gesagt sein, dass wir Lepidosteus von den übrigen Ganoiden trennen, und über die Selachier als eigene Form stellen. Sie stehen immerhin durch die geringe und unvollständige Entwicklung der zellenhaltigen Chordascheide hinter diesen zurück. Werden wir doch noch häufig in den verschiedensten Thierklassen sehen, wie trotz des Fortschritts in der Entwicklung, wichtige Bildungserscheinungen bei

niederen Formen sich geltend machen, die gleichsam ein Vorbild für Erscheinungen sind, die bei viel höheren Formen so zu sagen essentiell werden. Bei den Selachiern differenzirt sich die zellenlose Chordascheide innerhalb des *spatium intervertebrale* durchaus nicht, ebenso wenig wie am eigentlichen Wirbelkörper, sie trennt sich auch nicht wie bei den Aalen in der Mitte des Intervertebralraums, sondern umhüllt überall die wachsende Chorda als eine strukturlose einfache Cuticularmembran, während dagegen die zellenhaltige Chordascheide mit ihren Lagen der Zellmasse und der *elastica externa* bei einigen in recht beträchtlicher Ausdehnung, ohne jedoch die Chorda zu beengen, das *spatium intervertebrale* ausfüllt. Es bildet dort ein inneres Zwischenwirbelband, welches das Längenwachsthum des eigentlichen Wirbelkörpers besorgt, während die äussere skelettbildende Schicht demselben aufliegend als *ligamentum intervertebrale externum* sich fortsetzt. Das *ligamentum internum* ist Faserknorpel.

Die primordiale Wirbelsäule der Fische gliederte sich entweder durch Wachsthumsdifferenzen der Chorda oder der äusseren skelettbildenden Schicht oder durch beides, jedenfalls machen sich solche geltend, und Hand in Hand damit geht die Bildung des chordalen Wirbelkörpers, entweder aus der zellenlosen oder der zellenhaltigen Chordascheide. Diese differenzirten sich in mehrere Lagen und innerhalb derselben konnten dann weitere Veränderungen eintreten, die auf einer Verknöcherung des chordalen Wirbelkörpers hinausliefen. Wir sahen dann ferner, wie bei bestimmten Fischen, den Aalen und bei Polypterus und Amia die Segmentirung der Wirbelsäule innerhalb der äusseren skelettbildenden Schicht nicht gleichen Schritt hielt mit dem Wachsthum des chordalen Wirbelkörpers, soweit er der zellenlosen Chordascheide angehörte, sondern wie letzterer bedeutend in seiner Entwicklung zurückgeblieben, gleichsam ergänzt wurde durch das Auftreten des sogenannten inneren Periosts, welches allerdings noch in geringer Entwicklung und wenig die intervertebrale Chorda beschränkend sich aus der äusseren skelettbildenden Schicht absonderte und als Analogon der zellenhaltigen Chordascheide angesehen wurde. Wir machten darauf aufmerksam, dass wir es hier mit einem Uebergangsstadium einerseits zu den Selachiern, andererseits zu den Amphibien zu thun hätten und damit sind wir bei der Wirbelgenese dieser Thiere angelangt.

Bei den Amphibien, bei denen die Anlage der Wirbelsäule dieselbe ist, wie bei den schon beschriebenen Thieren, geht die Segmentirung des Rückgrats ebenfalls in der äusseren skelettbildenden Schicht durch Wachsthumsdifferenzen und Gewebsänderungen an bestimmten Stellen vor sich. Im Anfang wuchert dann auch die Chorda wie bei den Fischen zwischen den einzelnen Segmenten, allein wenn nun auch eine

Bildung der zellenlosen Chordascheide in zwei Lagen zu Stande kommt, die insgesammt der *elastica interna* der Selachier entsprechen, und von denen die innerste möglicherweise eine sekundäre Cuticularabscheidung der Chordagallerte ist, so unterliegen diese Lagen doch weiter keinen Veränderungen im Bereiche der Segmente der äusseren skelettbildenden Schicht, und es kommt somit bei einigen Amphibien den Perennibranchiaten nicht zur Bildung eines ausgedehnten eigentlichen Wirbelkörpers, wenn man nicht wie bei den Aalen das innere Periost, so hier den alsbald zu beschreibenden Intervertebralknorpel bis zur Grenze der Periostablagerungen hinzurechnen will. Der bleibende Wirbelkörper wird eben auch hier vorzugsweise aus periostalen Ablagerungen zusammengesetzt. Ganz verschwindet jedoch das eigentliche Wirbelcentrum bei den niedersten Amphibienformen nicht. Es wird gebildet durch eine Verknorpelung der Chordaelemente in Mitten des Wirbels und durch eine auf die Chordascheide an dieser Stelle von der äusseren skelettbildenden Schicht abgesonderte und verkalkende homogene Lamelle, die aber gegenüber dem Wachsthum der periostalen Ablagerungen bedeutend zurückbleibt. Es liegt nun aber ein Fortschritt bei diesen Amphibien, die sich in vielen Beziehungen eng an die Teleostier anschliessen, darin, dass die Bedeutung der Chordascheide von vorne herein verschwindet und dass dieselbe sich nicht zu wesentlichen Bildungen metamorphosirt. Die äussere skelettbildende Schicht, von der aus zuerst der kleine chordale Wirbelkörper gebildet wurde, bildet dann in immer stärkerem Masse Ablagerungen, die verknöchern und weit über die Grenze des eigentlichen Wirbelkörpers hinüberwachsen, den periostalen Wirbel, der wie der chordale wegen der anfänglichen Wucherung der Chorda jenseits der Wirbelmitte die Gestalt eines hohlen Doppelkegels besitzt, wie wir ihn ja auch bei den Fischen auftreten sahen. Zu gleicher Zeit findet nun aber auch eine weitere Veränderung des Gewebes der äusseren skelettbildenden Schicht an bestimmten Stellen statt, und zwar einmal im Bereich des Wirbelkörpers, und dann im Intervertebralraum. An bestimmten Stellen des Wirbelkörpers sondert sich Knorpel ab und aus diesem erheben sich dann die verschiedenen Fortsätze, Neur-, Hämapophysen und Seitenfortsätze, und obgleich uns bis jetzt eigene ausreichende Untersuchungen mangeln, so zweifeln wir aus Gründen der Analogie nicht daran, dass bei den Perennibranchiaten und Salamandrinen dieser Knorpel an einzelnen Stellen rings um den Wirbelkörper geht. In den Zwischenräumen zwischen den Wirbelsegmenten findet dann wie an den Segmenten selbst, wo, abgesehen von dem Knorpel, die äussere skelettbildende Schicht als eine periostale Hülle, also als Bindegewebsmembran auftritt, ebenfalls eine Trennung in zwei Gewebe, in ein *ligamentum intervertebrale*, eine äussere Bindegewebsschicht, die Fortsetzung des Periosts der Wirbel und deren Ablagerungen, und in eine

Knorpelmasse den Intervertebralknorpel, die Fortsetzung des eigentlichen Körpers, statt. Dieser ist dem inneren Periost der Aale und Ganoiden gleichwerthig. Während dieses nun aber das Wachsthum der intervertebralen Chorda nicht wesentlich beschränkte, wächst der Knorpel ganz ausserordentlich und zwar so, dass er im Laufe späterer Entwicklung und bei den höheren Formen die Chorda bis auf einen dünnen Strang verdrängt, während diese dagegen innerhalb des Wirbels in einem solchen Falle nicht unbedeutend grösseren Durchmesser hat. Dieses immer weitere Verdrängtwerden der Chorda im Intervertebralraum von den Coecilien aufwärts erhebt die Amphibien weit über die Teleostier, namentlich aber über die Selachier. Eine Verbindung des Intervertebralknorpels über der vertebralen Chorda und somit eine direkte Betheiligung desselben am chordalen Wirbelkörper kommt bei den Perennibranchiaten wohl kaum zu Stande. Ebenso glauben wir nicht, dass trotz des gleichen Ursprungs mit der äusseren skelettbildenden Lage ein vollständiger Zusammenhang zwischen den Knorpeln der *spatia intervertebralia* und der Wirbelfortsätze vorhanden ist, sei die Trennung scharf, wie wir es nicht vermuthen, sei sie durch eine ganz andere Anordnung der Zellelemente bedingt. Könnte man nun wie bei dem gleichen Gebilde unter den Fischen den Intervertebralknorpel als Bestandtheil des eigentlichen Wirbelkörpers ansehen, so tritt doch hier wie dort die Schwierigkeit ein dass dies Gewebe bei diesen Thieren sich nicht zu neuen Geweben ausbildet und vor allem sich nicht in Zwischenwirbelraum trennt, so dass man den Antheil für jedes einzelne Wirbelsegment bestimmen kann. Dieses ist jedoch bei den nächst höheren Formen der Fall; und da zeigt sich der Intervertebralknorpel in seiner grossen Bedeutung für den Aufbau des eigentlichen Wirbelkörpers. Der Intervertebralknorpel, der die Chorda noch nicht vollständig verdrängt hat, theilt sich im *spatium intervertebrale*, bildet die Wirbelgelenke und verknöchert. So ist es bei den Salamandrinen. Die Fortsätze verknöchern ebenfalls und können wie ihre Grundmasse zur Bildung des bleibenden Wirbelkörpers beitragen. Die Batrachier zeigen schon eine weitere Stufe der Bildung. Sehen wir bei den bisher betrachteten Amphibien den eigentlichen Wirbelkörper durch eine verknorpelte Partie der Chorda und eine strukturlose aus der äusseren skelettbildenden Lage stammenden Lamelle gebildet, als deren Fortsetzung der Intervertebralknorpel auftrat, der sie aber wie es scheint nicht bildet, so sehen wir bei den Batrachiern eine dünne Knorpellage über die Chorda innerhalb des primordialen Wirbelsegments von einem Intervertebralknorpel zum anderen ziehen, mit anderen Worten die äussere skelettbildende Lage des primordialen Wirbelsegments hat statt einer strukturlosen Lamelle eine Knorpelschicht rings um die Chorda abgelagert, ein Vorgang, der in einem nur viel grösseren Massstabe im Intervertebralraum vor sich geht. Es sind

aber wesentliche Differenzen in der Klasse der Batrachier vorhanden, je nachdem wir es mit einer perichordalen oder epichordalen Entwicklung der Wirbel zu thun haben, Bildungsmodi, die, so interessant sie auch sind, dennoch keine principiellen Unterschiede bedingen. Im ersteren Falle lagert sich an den primordialen Wirbelsegmenten rings um die Chorda eine Knorpelmasse, die in den *spatia intervertebralia* in viel grösserem Masse aus der äusseren skelettbildenden Schicht als Intervertebralknorpel sich bildet, während bei der zweiten Entwicklungsform, am Rumpfe wenigstens, eine solche nur auf der Chorda sich findet. Diese Knorpelmasse, die durch den Intervertebralknorpel fortgesetzt ist, bildet die äussere Chordascheide, somit den eigentlichen Wirbelkörper, der also entweder auf der Chorda oder rings um dieselbe gelagert sein kann und der dann durch die Segmentirung innerhalb des Intervertebralknorpels vergrössert wird. Diese Knorpelmasse, die von dem Rest der skelettbildenden Schicht als Perichondrium umgeben ist, hat nun, wie wir glauben und wie uns aus den Abbildungen Gegenbaur's Tab. III. Fig. 5 und 7 hervorzugehen scheint, nichts mit den Bogen zu thun. Diese Fortsätze werden zuerst als knorplige Massen von der äusseren skelettbildenden Schicht oberhalb der Chorda abgeschieden, und wenn auch keine scharfe Trennung, ebenso wie bei den niederen Amphibien gegen den chordalen Wirbelkörper durch eine *elastica externa* zu Stande kommt, so scheint doch eine andere Anordnung und ein besonderes Ansehen der constituirenden Knorpelelemente Fig. 7 *K* Gegenbaur wie bei den höchsten Wirbelthieren auf eine Scheidung hinzuweisen, und nicht blos gegenüber dem chordalen Wirbelkörper, sondern auch gegenüber dem später durch Verknöcherung zu demselben hinzutretenden Intervertebralknorpel. Würde jedoch zu keiner Zeit eine solche Scheidung entweder durch eine *elastica externa* oder durch eine eigenthümliche Anordnung der constituirenden Zellen nachweisbar sein, wäre also der Intervertebralknorpel und der des zugehörigen chordalen Wirbelkörpers eins, nun dann wäre die Deutung des Intervertebralknorpels als eine zellenhaltige Chordascheide, um den Zusammenhang der Wirbelentwicklung in der Thierreihe zu retten, nicht stichhaltig, und man wäre genöthigt, die Faserlage des Periosts als eine solche aufzuführen, und diese müsste den eigentlichen Wirbelkörper repräsentiren, der sich durch immer neue Auflagerungen verdickte. Dann wäre aber ein Räthsel zu lösen, wie nämlich bei den Aalen, bei Amia und Polypterus, welche das innere Periost, das dem Intervertebralknorpel gleichwerthig ist, zeigen, dasselbe oberhalb des chordalen Wirbelkörpers, unterhalb der Bogen liegen konnte, die mit der äusseren skelettbildenden Schicht als periostale Ablagerungen in die Bildung des bleibenden Wirbelkörpers eingehen. Der periostale Doppelkegel sowohl der Teleostier wie der Ganoiden und Selachier, aus dessen Bildungsmasse die Fortsätze

hervorgehen, findet nun aber sein Homologon in einem ähnlichen bei sämmtlichen Amphibien und dieser ist doch bei den Fischen nicht mit dem chordalen Wirbelkörper zu verwechseln, oder man müsste annehmen, dass von den Fischen an aufwärts der eigentliche Wirbelkörper bei den Thieren verschwände und die undifferenzirte äussere skelettbildende Schicht einzig und allein den bleibenden Wirbelkörper constituire. Dem widerspricht jedoch die Thatsache, dass sich bei den höchsten Wirbelthieren eine äussere Chordascheide und somit auch ein chordales Wirbelcentrum nachweisen lässt. Fehlte es bei den Thieren mit Ausnahme der Fische, dann stände es schlecht mit den Homologien der Fortsätze; denn wenn diese aus einer vollkommen gleichmässigen äusseren skelettbildenden Schicht, die den Wirbelkörper direct bildete, hervorgingen, dann könnten sie unseres Erachtens nicht die Homologa von Fortsätzen einer Schicht sein, die sich wie bei den Fischen in eine den eigentlichen Wirbelkörper constituirende äussere Chordascheide und in eine eigentliche skelettbildende Schicht, die erst sekundär durch besondere Verknöcherungsprocesse das bleibende Wirbelcentrum constituirt, scheidet. Eine solche Trennung findet sich bei den Fischen, bei den Reptilien, den Vögeln, den Säugern und dem Menschen, es wäre daher nicht abzusehen, wie die einzige Klasse der Amphibien in diesen wichtigen Beziehungen ausserhalb der Reihe stehen sollte, eine Isolirung, die bei Betrachtung der groben anatomischen Verhältnisse durch nichts gerechtfertigt ist. Was die Chorda betrifft, so verschwindet dieselbe durch die fortschreitende Entwicklung des Intervertebralknorpels im *spatium intervertebrale* bei den Batrachiern, und damit ist ein weiterer Fortschritt in der Entwicklung gegeben.

Ist nun die stufenweise Entwicklung der Amphibienwirbel dadurch charakterisirt, dass sich nach der Segmentirung der primordialen Wirbelsäule allmälig eine neue innerhalb eines Gebildes, das bei den Fischen nur in schwachen Andeutungen vorhanden ist, des Intervertebralknorpels eines der äusseren zellhaltigen Chordascheide gleichwerthigen Theils geltend macht, jedoch so, dass der eigentliche Wirbelkörper an dem primordialen Wirbelsegment eine relativ schwache Entwicklung zeigt, so haben wir bei den nächst höheren Thieren, den Reptilien, Vögeln und Säugern, eine stufenweise Fortbildung in dem Sinne, dass eine immer grössere Knorpelmasse in die Bildung des eigentlichen Wirbelkörpers eingeht. Es verschwindet somit der Unterschied zwischen dem Durchmesser des Knorpels am primordialen Wirbel und im Intervertebralraum, die zusammen den eigentlichen Wirbelkörper constituiren, immer mehr. Die äussere skelettbildende Lage zeigt dann noch rings um das eigentliche Wirbelcentrum eine Knorpellage, aus der die Fortsätze hervorgehen, während gleichzeitig die Chorda mit ihrer strukturlosen Scheide immer früher verschwindet. Sassen bei den Amphibien die Fortsätze nur an bestimmten

Stellen dem Homologon der äusseren Chordascheide auf, so sehen wir bei den höheren Thieren die Grundmasse derselben rings herumgehen. Zeigt sich auch die Trennungsgrenze gegenüber dem eigentlichen Wirbelcentrum schwach, so ist sie dennoch nachweisbar vorhanden, wie wir bald sehen werden.

Was zunächst die Bildung des Wirbels betrifft, so müssen wir auch hier wieder von dem primordialen Stadium ausgehen, in dem die Chorda mit ihrer strukturlosen Scheide als continuirlicher Strang, umgeben von der äusseren Belegungsmasse, von der aus die Fortsätze sich erheben, verläuft. Die Chorda betheiligt sich nicht wesentlich an dem Aufbau des Wirbels, noch weniger als bei den Amphibien, was sich auch dadurch dokumentirt, dass ihre strukturlose Scheide nur in einer Lage abgesondert wird. Ihr Gewebe verschwindet bald unter dem Wachsthum der äusseren skelettbildenden Schicht. Ob diese nun schon im häutigen Stadium Spuren der Trennung aufweist, ist des näheren Studiums werth, jedenfalls bildet sie alsbald eine starke Schicht Knorpel, die je stärker, desto schneller die Chorda mit ihrer strukturlosen Scheide verdrängt, nachdem zuvor eine Trennung in primordialen Wirbel und *spatium intervertebrale* eingetreten ist, In dieser Schicht macht sich alsbald ein Vorgang geltend, der das höchste Interesse in Anspruch nimmt, eine Trennung in eine äussere und innere Lage, von denen die erstere bei den niedersten Reptilien schwach ist, dagegen bis zu dem Menschen hinauf immer mehr an Stärke gewinnt und zwar nicht wie bei den Selachiern durch Bildung einer *elastica externa* von der übrigen äusseren Belegmasse abgetrennt ist, aber doch dadurch sich auszeichnet, dass die Knorpelzellen der inneren Lage grösser sind, mehr Intercellularsubstanz aufweisen. Diese innerste Schicht ist das Homologon der äusseren zellenhaltigen Chordascheide, die immer mehr an Stärke gewinnt, während die äussere die eigentliche skelettbildende Lage repräsentirt und sich in den Knorpel theilt, der ringförmig an dem Wirbel herumgeht und die Fortsätze absendet, und in das Perichondrium, das spätere Periost. Durch die innerhalb der zellenhaltigen Chordascheide rings um die Chorda vor sich gehende primordiale Verkalkung und durch die mehr oder minder selbständige Verknöcherung, die in der äusseren Knorpelschicht vor sich geht, manifestirt sich dann auch die Trennung beider noch äusserlicher, obgleich der Ossificationsprocess, wie wir sehen werden, von dem eigentlichen Wirbelkörper aus recht gut auf Theile der äusseren skelettbildenden Schicht übergreifen kann. Wir haben von den Reptilien an aufwärts einen eigentlichen chordalen Wirbelkörper, der um so stärker, je weiter wir in der Wirbelthierreihe emporsteigen, und dadurch ist ein wichtiger Unterschied gegenüber der grossen Mehrzahl der Amphibien gegeben. Freilich sehen wir bei den Batrachiern einen gleichen auftreten, allein

durchaus nicht in der Stärke, wie bei den Reptilien, geschweige denn wie bei den Vögeln, Säugern und Menschen. Dennoch kommen auch hier Wirbelformen vor, die durchaus an die niedersten Stadien der Amphibien und zwar an die Perennibranchiaten erinnern, wo die primordialen Wirbel eine ausgeprägte Doppelkegelform besitzen. Bei den Geckonen sind solche Formen sichtbar und dadurch lehnen sie sich an die Perennibranchiaten, allein sie erheben sich über diese durch die starke Entwicklung des chordalen Wirbelkörpers, und wenn ihnen die neue Segmentirung im Intervertebralknorpel zu fehlen scheint, so haben wir doch in einer eigenthümlichen Anordnung der Zellen in Mitten des *spatium intervertebrale* eine Andeutung davon erkannt, wenn auch dadurch eine niedere Stufe gegeben ist, dass der Intervertebralknorpel nicht in die Bildung des chordalen Wirbelkörpers eingeht. Die Doppelkegelform der Wirbel verschwindet, wenn auch nicht vollständig bei den höchsten Formen, In das *spatium intervertebrale* geht die äussere zellenhaltige Chordascheide als Intervertebralknorpel über und hier findet dann eine neue Segmentirung statt, während dagegen die äussere die Fortsätze aussendende skelettbildende Schicht, als *ligamentum intervertebrale* fortgesetzt wird. Nachdem die Trennung im Intervertebralknorpel sich geltend gemacht, geht dieselbe entweder vollkommen oder partiell in den chordalen Wirbelkörper über, letzteres bei den Säugern. Sonach haben wir bei den höchsten Thieren eine doppelte Knorpelschicht, die aus der äusseren Belegungsmasse stammend rings die Chorda umgiebt und den bleibenden Wirbelkörper bildet, von denen die eine innere das eigentliche Wirbelcentrum bildet und als Intervertebralknorpel sich fortsetzt, die andere äussere die Fortsätze abschickt und dazu kommt dann als Rest der äusseren skelettbildenden Schicht die allgemeine Hülle das Periost, letztere beide sich fortsetzend als Intervertebralligament.

Nachdem wir so in den Grundzügen die Bildung der Wirbel innerhalb der Klassen des Wirbelthierreichs festgestellt, wollen wir behufs leichterer Uebersicht in Kürze den Fortschritt in der Entwicklung recapituliren. Die einfachste Form der Wirbelsäule und zugleich das allen gemeinschaftliche erste Stadium der Entwicklung ist die continuirliche Chorda mit ihrer strukturlosen Scheide, umgeben von der continuirlichen Röhre der äusseren skelettbildenden Schicht. In diesen Lagen kommt durch Wachsthumsdifferenzen und Weiterentwicklung bestimmter Theile eine Segmentirung in primordiale Wirbel und Intervertebralräume zu Stande. Die primordiale Wirbelsegmentirung ist entweder wie bei den Fischen und einigen niederen Amphibien constant, oder in dem das *spatium intervertebrale* ausfüllenden Gewebe kommt eine Neugliederung zu Stande, wie bei einem Theil der Amphibien, den Reptilien, Vögeln, Säugern und den Menschen. Während nun bei jenen der primordiale Wirbel direkt in

die bleibende Form übergeht, geht bei diesen erst nach der Neugliederung im Intervertebralraum die bleibende Form hervor. Der Wirbel wird in den niedersten Stadien, wo derselbe ohne Neugliederung direkt aus dem primordialen Wirbel hervorgeht, vorzugsweise aus der Chorda und ihrer zellenlosen als Cuticularmembran gebildeten Scheide aufgebaut, die bei den meisten Teleostiern aus drei Theilen sich zusammensetzt, zu denen dann noch wie z. B. bei den Aalen und den Ganoiden eine dünne Lage, das innere Periost mit der äusseren skelettbildenden Schicht kommen kann. Das nächste Stadium ist denn das, dass die Chorda sammt ihrer zellenlosen Scheide die Bedeutung verliert, dagegen aus der äusseren skelettbildenden Schicht eine Lage sich absondert, und sich mittelst einer strukturlosen Haut gegen ihre Matrix absetzt, die dann den eigentlichen Wirbelkörper bildet, wie bei den Selachiern, während der Rest der skelettbildenden Lage wie bei den übrigen Fischen die Fortsätze abschickt und sich wie bei den niedersten Formen nur an bestimmten Stellen oder wie bei den höheren rings um den chordalen Wirbelkörper in Knorpel die Grundlage der Fortsätze und Perichondrium theilt. Sekundär tragen dann diese skelettbildende Schicht und die zu ihr gehörenden Fortsätze zur Bildung des bleibenden Wirbels bei. Was dann den Intervertebralraum betrifft, so ist hier wie im Wirbel die Chorda permanent, überwiegt hier sogar, und es zeigen sich dann ausserdem, jedoch ohne weitere Veränderungen, als durch das Längenwachsthum der Wirbel bedingt sind, eine Fortsetzung sowohl der zellenlosen als der zellenhaltigen Scheide die *ligamenta interna* und eine Fortsetzung der äusseren skelettbildenden Schicht das *ligamentum intervertebrale externum*. Chordaler Wirbelkörper und äussere skelettbildende Schicht sind also bei den Fischen mehr oder minder streng und deutlich von einander unterschieden und die Chorda ist mehr oder minder durch das ganze Leben hindurch persistirend, im Intervertebralraum jedoch immer mehr ausgedehnt. Das eigentliche Wirbelcentrum kann klein sein und gegenüber dem periostalen verschwinden, oder es findet eine gleiche Entwicklung statt und ersteres ist bei den Fischen der Fall, bei denen wie bei den Aalen die äussere skelettbildende Schicht anfängt an der Bildung des eigentlichen Wirbelcentrums zu participiren, ein Uebergang einerseits zu den Plagiostomen, andererseits zu den Perennibranchiaten. Die höheren Formen der Wirbelbildung werden nun, wie zunächst bei den Perennibranchiaten, bei denen das Anfangsstadium dasselbe ist wie bei den Fischen, damit eingeleitet, dass ein primordialer Wirbel von derselben Form wie bei den Fischen entsteht, dass dann aber im Intervertebralraum aus der äusseren skelettbildenden Masse Knorpel sich bildet, der sich bei den höheren Formen wie Proteus immer mehr entwickelt. Am primordialen Wirbel ist der eigentliche Wirbelkörper wie bei den Aalen sehr unbedeutend nur durch eine Verknorpelung in der verte-

bralen Chorda und durch eine Verknöcherung einer aus der äusseren skelettbildenden Schicht abgesonderten homogenen Lamelle rings um die Chorda angedeutet, während der bleibende Wirbelkörper hauptsächlich durch Ablagerungen aus der äusseren skelettbildenden Lage wächst, die sich im Intervertebralraum als *ligamentum intervertebrale* fortsetzt. Diese äussere Belegungsmasse, die so den periostalen Wirbelkörper bildet, erzeugt zugleich wie bei den übrigen niedern Thieren die Fortsätze aus einer Knorpellage, die wenigstens partiell das eigentliche Wirbelcentrum umgiebt, jedoch vom Intervertebralknorpel getrennt ist. Dieser lagert sich als zusammenhängende Schicht zwischen die Aushöhlungen der Wirbelendflächen unter das Intervertebralligament, schnürt die Chorda zu einem dünnen Strang zusammen und reicht bis nahe an die Mitte des eigentlichen Wirbelkörpers und erst bei den Salamandrinen findet innerhalb desselben eine weitere Fortbildung und eine Differenzirung, eine Neugliederung statt, so dass ein Theil dem vorhergehenden, ein Theil dem nachfolgenden Wirbel zufällt und mit demselben verknöchert. Die Chorda ist persistent. Das nächstfolgende Stadium ist dann das, dass am primordialen Wirbel aus der äusseren skelettbildenden Schicht nicht eine homogene Lamelle, sondern eine dünne Knorpelschicht rings um die Chorda mit ihrer zellenlosen Scheide gebildet wird, aus der dann der eigentliche Wirbelkörper hervorgeht wie bei den Ecaudata mit perichordaler Entwicklung, und dass diese sich dann in den Intervertebralknorpel, der auch hier mächtig entwickelt ist, nach beiden Seiten hin fortsetzt, dieselben gleichsam verbindet. Zugleich findet an diesem eine Neugliederung zu den Wirbelgelenken statt, während dann noch aus der äusseren skelettbildenden Schicht rings um den chordalen Wirbelkörper eine Knorpellage sich absondert, die die Fortsätze treibt und gegenüber dem Intervertebralknorpel auf irgend eine Weise sich absetzt. Die Chorda persistirt sowohl vertebral wie intervertebral lange und der bleibende Wirbelkörper setzt sich dann aus dem eigentlichen Centrum, einem Theil des Intervertebralknorpels, aus Ablagerungen der äusseren skelettbildenden Schicht und aus einem Antheile der Fortsätze zusammen. Bei den Amphibien mit epichordaler Entwicklung ist der ganze Unterschied nur der, dass die Differenzirungsvorgänge in den Geweben nicht rings um die Chorda, sondern nur oben sich geltend machen, sonst herrschen gleiche Verhältnisse. Findet sich nun bei den Amphibien nur eine geringe Knorpelmasse, die an der Bildung des primordialen eigentlichen Wirbelcentrums participirt, so ist das immer weniger bei den Reptilien, Vögeln und den Säugern der Fall. Immer mehr Knorpelmassen treten aus der äusseren skelettbilden Schicht zur Bildung des eigentlichen Wirbelkörpers zusammen und rings um diesen von ihm nur wenig abgegrenzt lagert sich dann eine Knorpelschicht, die die Fortsätze absendet, so dass schliess-

lich der Knorpel des eigentlichen Wirbelkörpers fast dieselbe Ausdehnung gewinnt wie der des Intervertebralraums mit dem er eines Ursprungs, während dem das Intervertebralligament die Fortsetzung des Restes der äusseren skelettbildenden Schicht ist. In diesem Intervertebralknorpel findet sich nicht oder nur andeutungsweise eine Neugliederung bei den Platydactylen und dadurch bieten sie Anklänge an die Formen der niederen Amphibien, während sie im Uebrigen auf gleicher Rangstufe mit den übrigen Reptilien stehen. Bei den höheren Reptilien dagegen, bei den Vögeln und Säugern findet sich dagegen eine solche ausgeprägt. Mit der immer stärkern Entwicklung des Knorpels des eigentlichen Wirbelcentrums verschwindet dann schliesslich die Chorda ganz. Zur Bildung des bleibenden Wirbelkörpers, dessen Verknöcherung bei den höchsten Formen am weitesten hinausgeschoben ist, tragen dann ausser dem eigentlichen Centrum die Knorpelmasse, aus der die Fortsätze hervorgehen, und periostale Ablagerungen bei.

Sehen wir nun in der Entwicklung der Wirbelsäule eine stufenweise Fortbildung, jedoch so, dass in einzelnen Charakteren ein Zurückgreifen auf niedere Formen stattfindet, dass charakteristische Merkmale einer Klasse in der nächstfolgenden gleichsam latent sein können, um in der darauffolgenden wieder aufzutreten, so ist es wohl mehr als wahrscheinlich, dass ein solches Verhältniss der stufenweisen Fortbildung verbunden mit so zu sagen sprungweiser Entwicklung bestimmter Charaktere auch in den grob anatomischen Charakteren seinen Ausdruck findet. In der That ist es so. Formen, die in der Entwicklung wichtiger Theile Gemeinsamkeiten zeigen, offenbaren auch in den groben Verhältnissen Uebereinstimmungen und damit stossen wir auf eine reiche Quelle vergleichend anatomischer Forschung, die sich begreiflicherweise nicht in wenigen Zügen erschöpfen lässt, die eben die Arbeit Vieler erfordert und wofür ein reichhaltiges Material vorliegen muss, um sie nach allen Seiten hin auszubeuten. So weit es uns möglich, werden wir in kurzen Zügen ein Bild der fortschreitenden Metamorphose einzelner Theile des Rückgrats entwerfen, es späteren Arbeiten vorbehaltend den Rahmen mit Details auszufüllen. Im Allgemeinen können wir die Fortbildung folgendermassen charakterisiren: Die Neurapophysen sind die am meisten constanten Gebilde, den wenigsten Wechseln unterworfen, während dagegen die Hämapophysen, je höher wir in der Thierreihe emporsteigen, allerdings sprungweise mehr und mehr verschwinden, während gleichzeitig mit deren Abnahme die Seitenfortsätze an Ausdehnung gewinnen und in verschiedene Bestandtheile *processus transveri superiores* und *inferiores* oder Parapophysen, Rippen und *tubercula costarum* zerfallen. Diese können dann theils in voller Entwicklung, theils rudimentär vorhanden sein, theils können sie auch partiell an bestimmten Stellen des Körpers fehlen.

Mögen nun aber Verhältnisse vorliegen, welche da wollen, mögen die einzelnen Fortsätze in voller Ausbildung vorhanden sein oder zum Theil oder gänzlich fehlen, möge ein Fortsatz den anderen vertreten, oder bald hier, bald dort seinen Ursprung nehmen, niemals geht ein solcher aus dem eigentlichen Wirbelcentrum sondern immer nur aus der äusseren Belegungsmasse hervor, und erst auf dieser Grundlage ist es uns gestattet, das Gebiet der Homologien zu betreten.

Die Fische und zwar um mit den Teleostiern anzufangen zeichnen sich, was die Fortsätze betrifft, durch im grossen Ganzen ausserordentlich übereinstimmende Verhältnisse aus, die nur in den Uebergangsformen, wie bei den Apodes, mehr oder minder verdeckt werden. Eine strenge Scheidung in Hals, Brust, Lenden, Kreuz und Schwanzgegend ist nicht nachzuweisen, und können wir nur von einem Rumpfe und Schwanze sprechen. Betrachten wir zunächst das Ende der Wirbelsäule der Teleostier, so kann dasselbe entweder gar nicht oder unvollständig oder auch vollständig verknöchert sein. In den beiden ersten Fällen zeigt sich entweder gar keine knorplige Umhüllung, oder ein solches Knorpelrohr kann unvollständig oder vollständig vorhanden sein, ohne jedoch Fortsätze zur Umhüllung des Rückenmarks und der Caudalgefässe abzusenden. Will man das ganze Schwanzende zum Zwecke besserer Parallelisirung als ein Wirbelsegment auffassen, so wäre dann wie bei Esox nur der eigentliche Wirbelkörper ausgebildet vorhanden, oder es käme wie bei dem Lachs und Karpfen noch eine mehr oder minder vollständige differenzirte äussere skelettbildende Schicht, die Matrix der Häm- und Neurapophysen hinzu. Wenn wie beim Lachs oben und unten vom eigentlichen Wirbelkörper aus der äusseren Belegungsmasse Knorpel abgelagert ward, so kann man den oberen als unvollständige Neurapophysen, den unteren als rudimentären *arcus haemalis* auffassen. Im Falle der Verknöcherung des Schwanzendes besteht dasselbe aus einem längeren oder kürzeren griffelförmigen Knochen, den man als eine Verknöcherung rings um die Chorda anzusehen hat und der wohl als das Analogon des chordalen Wirbelkörpers sammt einer ringsum verknöcherten Masse, die der äusseren skelettbildenden Schicht angehört, anzusehen ist. Aus der äusseren skelettbildenden Schicht, die nichts zur Bildung des chordalen Wirbelkörpers beiträgt, bilden sich dann übereinstimmend bei den Fischen am übrigen Schwanze die Fortsätze und zwar zeigen dieselben oben und unten ein symmetrisches Verhalten. Oben erheben sich die Neuralspangen, gewöhnlich in Gestalt eigener Leisten längs der ganzen Oberfläche des Doppelkegels, und an einer Stelle gehen dann von diesen die zwei Fortsätze, die Neurapophysen aus, die sich schliessen und in Gestalt langer Dornen sich fortsetzen. Diese können entweder vollständig oder partiell verwachsen oder gänzlich trennbar auftreten. An den Enden der Leisten zeigen sich dann die Gelenkfortsätze, von denen

die vorderen meistens die hinteren decken, jedoch kann auch das umgekehrte Verhalten stattfinden. Die Hämapophysen beginnen ebenfalls mit breiten Basen längs der ganzen unteren Fläche der Wirbel und an den Enden derselben finden sich vollkommene Symmetrie mit den oberen darbietend und einander entgegengeneigt untere Gelenkfortsätze. Die Hämapophysen schliessen sich wie die oberen Fortsätze zu einem Kanal und verlängern sich zu Dornen, die zusammengewachsen gewöhnlich durch eine Furche auf der Vorderfläche ihre Zusammensetzung aus zwei symmetrischen Theilen bekunden. Der Rumpf zeichnet sich durch im Wesen sich gleichbleibende Neurapophysen und obere Gelenkfortsätze aus, die bedeutendsten Veränderungen gehen aber mit den Hämapophysen vor sich. Entweder weichen ihre Dornen auseinander, während die Apophysen noch durch eine Brücke verbunden sind, oder auch stehen die Apophysen selber gespreizt und gleichzeitig findet eine Gliederung gegenüber den Dornen, die jetzt die Natur von Rippen, Spangen zur Umschliessung der Organe der Rumpfhöhle annehmen, statt. Sie können sich dann auch selbst wieder gegen den Wirbelkörper abgliedern. An den hinteren Rumpfpartien am längsten, während die Rippen meistens kurz erscheinen, werden die Apophysen nach vorne hin gewöhnlich kürzer, während dagegen die Rippen an Länge zunehmen, ja erstere können an den vorderen Rumpfpartien vollkommen verschwinden und letztere dann allein mit den Körpern articuliren, oder es können auch die Rippen vollkommen an diesen Stellen verschwinden und somit der Körper mit dem oberen Bogen allein vorhanden sein, wie wir es bei den meisten Teleostiern sehen. Untere Gelenkfortsätze sind vom Beginn des Schwanzes ab nach vorne nirgends mehr nachzuweisen. Wie in so mancher anderen Beziehung, so zeigen auch mit Bezug auf das Rückgrat und zwar in seinen vordersten Abtheilungen die Cyprinoiden eine Ausnahme, insofern als an den vordersten Wirbeln sämmtliche Fortsätze in modificirter Gestalt erscheinen. Dann zeigt sich häufig auch darin eine Abweichung, dass die Hämapophysen mit ihren Rippen oder diese allein an den Seitenflächen des Körpers emporrücken, ja schliesslich selbst den Basen der Neuralspangen aufsitzen. Die sog. Fleischgräten, die am Schwanz sowohl, wie am Rumpf an den verschiedensten Stellen am Wirbelkörper und an den Fortsätzen entspringen können, sind nichts Wesentliches in der Organisation der Wirbelsäule der Fische und wir können sie deswegen gänzlich ausser Acht lassen. Eine nicht seltene Erscheinung ist die, dass die Hämapophysen am Rumpfe, selbst wenn sie nicht an den Basen der Neurapophysen sitzen, doch durch eine Leiste mit denselben in Verbindung stehen und somit ihren entwicklungsgeschichtlichen Connex bekunden. Bei den meisten Teleostiern finden sich durchaus keine seitlichen Fortsätze, die zuerst bei den Pleuronectiden und zwar in der Mitte des Schwanzes an

der Seitenfläche des bleibenden Wirbelkörpers auftreten. An den vorderen Theilen des Schwanzes nähern sie sich immer mehr der Unterfläche desselben, um dann am Rumpf mit den auseinandergewichenen Hämapophysen, deren Dornen Rippen repräsentiren, zu verschmelzen. Ihr Ende ist nur durch eine davon sich erhebende Fleischgräte angezeigt. Wesentliche Abweichungen finden sich bei den Pleuronectiden sonst nicht. Im höchsten Grade interessant ist der Wirbelbau der Aale, von denen wir gesehen, dass sie entwicklungsgeschichtlich höher als die übrigen Teleostier organisirt zu sein scheinen und gleichsam über die Plagiostomen nach den Perennibranchiaten hinüber greifen. Dies dokumentirt sich auch in den äusseren Verhältnissen ihres Skeletts. Wir haben beiläufig von den *Apodes*, *Muraena conger* und *Symbranchus marmoratus* untersucht und die Grundverhältnisse in dem Bau ihrer Wirbel stellen sich folgendermassen heraus: Während bei der grossen Mehrzahl der Teleostier, selbst wo, wie bei den Pleuronectiden, Seitenfortsäte auftreten, am Rumpfe die Rippen sich nur als von den Hämapophysen abgegliederte Dornen zeigen, während die *processus laterales* niemals Rippen, höchstens Fleischgräten tragen, zeigen Muraena und Symbranchus aus der Familie der Apodes den Uebergang zu einer neuen Combination, bei der die Rippen nicht mehr aus den Hämapophysen entstehen, sondern aufs innigste mit den Seitenfortsätzen zusammenhängen. Die Neurapophysen und die oberen Gelenkfortsätze unterscheiden sich, sowohl am Rumpf, wie am Schwanz nicht wesentlich von denen der niederen Teleostier. Die Hämapophysen dagegen, die am Schwanz geschlossen und mit kurzen Dornen versehen sind, zeigen keine unteren Gelenkfortsätze. Die Seitenfortsätze treten bei Symbranchus zuerst in der Mitte, bei Muraena am hinteren Drittel des Schwanzes an der Mitte der Seitenfläche des bleibenden Wirbelkörpers auf, nähern sich aber am Rest des Schwanzes immer mehr der Anheftungsstelle der Hämapophysen, mit deren Basen sie dann an den vordersten Schwanzwirbeln verschmelzen. Zu gleicher Zeit werden sie immer länger und somit erscheinen die Neuralspangen, die auseinanderweichen, aber sich nicht gliedern mehr als Anhänge der Seitenfortsätze. Sie sind in ihrer Form mehr oder minder dreiseitig pyramidal, mit ihrer Grundfläche aufsitzend. Bei Symbranchus tragen die Seitenfortsätze am Schwanz Fleischgräten, die sich auf den Rumpf fortsetzen, wo keine Spur von Hämapophysen mehr nachweisbar ist. Sie sind jedoch unter keinen Umständen als Rippen anzusehen. An den vordersten Rumpfwirbeln rücken die Seitenfortsätze wieder etwas an den Seitenflächen der Wirbelkörper empor und verbinden sich mittelst einer Leiste mit den Basen der Neurapophysen. Sie zeigen zu gleicher Zeit auf ihrer Vorderfläche eine Längsfurche. Bei der Muraena scheinen keine Fleischgräten an den Seitenfortsätzen aufzutreten und die Hämapophysen verwachsen am

Rumpfe erst allmälig mit denselben, sind jedoch namentlich an der Spitze als von ihnen getrennte Theile nachzuweisen. In der Mitte ist jedoch die Verschmelzung mit den *processus laterales*, die an ihrer Vorderfläche ebenfalls eine Längfurche besitzen, vollständig, um dann an den vordersten Wirbeln einer allmählig vollständig werdenden Trennung Platz zu machen. Die Seitenfortsätze tragen auch bei diesen Thieren keine Rippen, sie rücken aber auch nicht an den vordersten Wirbeln an die Basen der Neuralspangen. Sie helfen also bei diesen Fischen entweder am ganzen Rumpfe oder an bestimmten Stellen desselben die knöcherne Wandung der Leibeshöhle bilden, wie wir es bei den höheren Thieren auf die mannigfachste Weise sehen, und die Hämapophysen treten in ihrer Bedeutung zurück. Ganz dasselbe ist bei den Ganoiden der Fall, von denen uns leider nur Polypterus bichir zu Gebote stand und ein weiteres Studium dieser Klasse namentlich des Lepidosteus, der mit Bezug auf die Entwicklung des Rückgrats am höchsten stehende Ganoide wird gewiss die interessantesten Resultate zu Tage fördern. Die Neurapophysen zeichnen sich durch ihren über die ganze obere Fläche ausgedehnten Ursprung aus. Sie bilden einen vollständig geschlossenen *canalis spinalis* und die einfachen Dornen sind beweglich mit ihnen verbunden. Es bilden sich an ihnen keine eigentlichen Gelenkfortsätze aus. Die Hämapophysen sind geschlossen, entspringen jedoch nicht an der ganzen Länge der Unterfläche des Wirbelkörpers, sind aber mit demselben beweglich verbunden und besitzen einen einfachen Dorn. Die unteren Gelenkfortsätze fehlen. Das ungegliederte Schwanzende besteht aus dem Aequivalent des eigentlichen Wirbelkörpers, und einem dasselbe umgebenden Knorpelrohre, welches ohne untere Fortsätze nur die oberen Bogen für das Rückenmark bildet. Die Seitenfortsätze treten zuerst hinten am Schwanze als kleine Höcker in der Mitte der Seitenfläche des Körpers auf, die dann nach vorne hin immer mehr an Länge zunehmen. Gleichzeitig mit deren Längenzunahme spalten sich die Hämapophysen, ohne dass die Dornen sich abgliedern, und heften sich an die Basis der *processus laterales*, die sich immer mehr der Unterfläche des Wirbelkörpers genähert. Zugleich treten an der Spitze der Seitenfortsätze beweglich verbundene und allmählig an Länge zunehmende Fortsätze auf, die wohl entschieden als wahre Rippen anzusehen sind. Sonach haben wir hier eine Weiterentwicklung, die über die Plagiostomen hinübergreifend Anklänge an die Verhältnisse höherer Formen zeigt. Bis zur Mitte des Rumpfes nehmen die Seitenfortsätze an Länge zu und zeigen auf der Vorderfläche eine Längsfurche. Die Hämapophysen verschmelzen nicht mit ihnen, rücken aber immer weiter gegen die Spitze hin, um dann wieder gegen die Unterfläche des Wirbelkörpers zurückzuweichen. An der vordersten Rumpfabtheilung nimmt die Länge der *processus laterales* immer mehr ab, so

dass schliesslich an den vordersten Wirbeln die Rippen fast direkt dem Wirbelkörper anhaften. Bei Polypterus bilden also die Seitenfortsätze und Rippen wesentlich die knöcherne Wand der Leibeshöhle, während die Hämapophysen nur als schwache accessorische Elemente erscheinen.

Die Plagiostomen zeigen wie die Mehrzahl der Teleostier obere und untere Bogen, jedoch keine eigentlichen Gelenkfortsätze, weder obere noch untere. Seitenfortsätze haben wir bei den von uns untersuchten Arten nicht gefunden. Am Rumpfe werden die Rippen durch das Auseinanderweichen der Hämapophysen mit ihren Dornen gebildet, wobei letztere sich entweder als Rippen abgliedern, oder mit den Apophysen eine continuirliche Masse bilden können. Diese Fische stehen also mit Bezug auf die Verhältnisse der Wirbel entschieden auf gleicher Stufe mit der Mehrzahl der Teleostier, wenn sie sich auch sowohl über diese, wie über die Apodes und die Ganoiden, die wieder in ihren äusseren Skelettverhältnissen eine höhere Rangstufe einnehmen und sich an die Amphibien anschliessen, mit Bezug auf die Wirbelgenese erheben.

Unter den Amphibien stehen wohl die Coecilien mit Bezug auf die Entwicklung der Wirbel wegen des ausserordentlich wenig entwickelten Intervertebralknorpels, dessen Fortbildung ja das charakteristische Merkmal der nun folgenden Thierklassen ist, auf der niedersten Stufe, allein was die äusseren Charaktere der Wirbelsäule betrifft, so greifen sie in einigen Beziehungen über die folgenden Ordnungen: die Perennibranchiaten, Salamander und Betrachier, namentlich mit Bezug auf die Seitenfortsätze und die ausgedehnte Entwicklung der Rippen zu den Schlangen hinüber. Auf der andern Seite freilich lehnen sie sich in den wichtigsten Verhältnissen, im Mangel der Neugliederung der Wirbelsäule an die Perennibranchiaten an. Die Neurapophysen erheben sich in der ganzen Länge des Wirbelkörpers, bilden ein vollkommen geschlossenes Rohr und die vorderen umgreifen hinten tutenförmig erweitert die nächstfolgenden. Zur Bildung eines Dorns kommt es nicht. Am Bogen erheben sich vordere und hintere Gelenkfortsätze, die mit ihren Flächen horizontal gestellt sind, und von denen der hintere über den vorderen greift, ein Verhältniss, welches sich von jetzt an durch das Wirbelthierreich verfolgen lässt. Am Rumpf und Schwanz, der ausserordentlich kurz ist und nur aus wenigen Wirbeln besteht, ist das Verhalten der Neurapophysen sehr übereinstimmend. Die Hämapophysen zeigen von jetzt an niemals untere Gelenkfortsätze. Die Bildung derselben hört mit den Fischen auf. Die unteren Bogen sind überhaupt nicht in besonderer Entwicklung vorhanden, sondern repräsentiren nur eine Leiste in der Mitte der Unterfläche des Körpers, die sich nach hinten hin allmählig erhebt, wie wir es ähnlich bei den Schlangen sehen werden. Dafür gewinnen die *processus laterales* eine eigenthümliche Ausbildung. An den hintersten Rumpfwirbeln als

hakenförmig nach unten gekrümmte Fortsätze an der Seitenfläche des Wirbelkörpers auftretend treten sie gleichsam an die Stelle der Hämapophysen. Sie gliedern sich schon am hintern Rumpfende in eigentliche Seitenfortsätze und Rippen und erstere spalten sich zu gleicher Zeit in einen unteren stärkeren hakenförmig gekrümmten als Hämapophyse dienenden Fortsatz, die Parapophyse oder unteren Querfortsatz und einen oberen Querfortsatz, der an der Basis der Neurapophysen am Grunde des vorderen Gelenkfortsatzes als schwache Hervorragung auftritt. An die Seitenfläche und Basis der Parapophyse lehnt sich die ebenfalls durch eine Längsfurche gespaltene Rippe und zwar das lange Capitulum desselben, während an dem oberen Querfortsatz ein kurzer Fortsatz das *tuberculum costae* articulirt. Durch die Spaltung der beiden Theile des Seitenfortsatzes und der Rippe wird dann eine fortlaufende Reihe von *foramina costotransversaria* gebildet. An den ersten Wirbeln befindet sich der ganze Seitenfortsatz an der Basis der Neurapophysen und zwar am vorderen Ende.

Die Perennibranchiaten zeigen in vollkommener Uebereinstimmung mit Coecilia einen ganz geschlossenen Rückenmarkskanal mit hinterer tutenförmiger Erweiterung der Neurapophysen und vorderen und hinteren horizontal gelagerten Gelenkfortsätzen, jedoch mit dem Unterschiede, dass die Dornen in mehr oder minder starker Entwicklung vorhanden sind; und zwar entweder in Gestalt einer nach hinten in zwei zerfallenden steil abfallenden Leiste, wie bei Siren, oder einer mehr dreiseitigen Pyramide, wie bei Proteus und Siredon. Bei Siren zeigen sich die Hämapophysen des Schwanzes nicht geschlossen. Sie sind demnach ohne Dornen und weichen an den vordersten Theilen des Schwanzes immer mehr aus einander, während dagegen bei den anderen ein Verschluss zu Stande kommt. Dann findet sich auch ein langer Dorn. Am Rumpfe, an dem sich keine Trennung in Kreuz, Lenden, Brust und Halswirbel geltend macht, treten bei Siren die Hämapophysen als eine nach vorn hin an Höhe zunehmende Leiste auf, ein Anklang an die Verhältnisse bei Coecilia, während eine solche bei Proteus nur in den vorderen Rumpfpartien vorhanden ist, während sie bei Siredon überhaupt fehlt. An die Stelle des unteren Bogens tritt bei allen der Seitenfortsatz, der bei Siren und Proteus die grösste Aehnlichkeit mit demselben Gebilde bei Muraena und Symbranchus hat, dreikantig, stiletförmig mit einer vorderen tiefen longitudinalen Aushöhlung versehen ist, während er bei Siredon anfänglich mehr eine kegelförmige Gestalt besitzt. Am Schwanz, an der Basis der Neurapophysen als kleiner Höcker bei allen Perennibranchiaten beginnend, zeigt er bei Siren eine allmählig zunehmende Verbreiterung, so dass er einerseits mit dem vorderen Gelenkfortsatze verbunden ist, andererseits bis an die Grenze der Unterfläche des Wirbelkörpers reicht.

An seiner Basis zeigt sich unten ein abwärts gekrümmter Höcker, der ähnlich wie bei Coecilia für die Hämapophyse vicariirt. An den vorderen Rumpfwirbeln plattet sich der *processus lateralis* von vorn nach hinten ab. Durch eine auf der Vorderfläche befindliche tiefe Längsfurche findet eine wenn auch unvollständige Trennung in einen oberen und unteren Querfortsatz statt und zugleich gliedert sich derselbe in der Nähe der Spitze zu einer Rippe und einem eigentlichen Seitenfortsatz. Die Furche setzt sich auch auf die kurze Rippe fort, die dadurch eine Andeutung eines Köpfchens und eines Höckers zeigt, die aber von gleicher Ausdehnung, weil die beiden Querfortsätze des *processus lateralis* gleiche Länge besitzen. An den ersten Rumpfwirbeln treten keine Rippen auf. Beim Proteus zeigt sich zuerst an den hinteren Rumpfwirbeln eine Kreuzgegend, da der Beckengürtel mit einem Seitenfortsatz articulirt. Auch bei diesem Thiere treten wie bei Siren erst an den vorderen Rumpfwirbeln Rippen auf. Diese gewinnen bei Siredon eine viel grössere Bedeutung. Sie zeigen sich bis zum Beginn des Schwanzes und eine derselben in der hinteren Rumpfabtheilung trägt den Beckengürtel, so dass wir auch hier einen Kreuzwirbel finden. Die Seitenfortsätze spalten sich in Querfortsatz und Parapophyse, beide sind aber gleich lang und auch die Rippe zeigt einen Zerfall in Köpfchen und Höcker, jedoch ist die Trennung eine vollständige, und es zeigt sich auf diese Weise, wie bei Coecilia, eine Reihe von *foramina costotransversaria*, obgleich im Uebrigen Siredon, namentlich mit Bezug auf die Entwicklung des Intervertebralknorpels viel höher steht. Die vordersten Wirbel zeigen keine Rippen. Das Ende des Rückgrats scheint durch einen einfachen in seinen vorderen Theilen wenigstens ausgebildeten Wirbel gebildet zu werden.

Die Salamandrinen zeigen mit Bezug auf die Form der Neurapophysen keine wesentlichen Abweichungen von den Perennibranchiaten und bieten nur in sofern eine Abweichung, als die Dornfortsätze ausserordentlich niedrige Leisten sind, und dadurch ist eine Aehnlichkeit mit Coecilia gegeben. Die Stellung der Gelenkfortsätze ist dieselbe. Die Hämapophysen hören wie bei Siredon am Schwanz auf; nur sind sie hier breiter als dort und namentlich bei Triton mehr tutenförmig. Die Dornen sind kurz und dick und zeigen Andeutungen der Zusammensetzung aus zwei. Die Seitenfortsätze treten in derselben Form wie bei Siredon in der Mitte des Schwanzes auf, werden höher am Rumpf und gliedern sich schon am hintersten Rumpfende in *processus lateralis* und Rippe, von denen eine einem Kreuzwirbel angehörig den Beckengürtel trägt, und dies ist um so interessanter, weil in den höheren Klassen die Rippen als Träger des Beckengürtels in ihrer Bedeutung verschwinden. Die Rippenbildung erstreckt sich über sämmtliche Rumpfwirbel mit Ausnahme der vordersten. Auch bei diesen Thieren findet sich am Seitenfortsatz vorne

eine Furche, die sich über die Rippe erstreckt, so dass also oberer Querfortsatz und Höcker der Rippe, unterer Querfortsatz und Rippenköpfchen und zwar in gleicher Länge vorhanden sind und mit einander articuliren. Nur Triton zeigt schon eine kleine Abnahme der Parapophyse und eine Zunahme des Rippenköpfchens. Das Ende der Wirbelsäule scheint ein in seinem vorderen Theile ausgebildeter Wirbel zu sein. In der Gegend der Anheftung der oberen Extremitäten zeigen dann die Rippen eine Weiterentwicklung in dem Sinne, dass sich hinter dem Tuberculum ein nach aussen und hinten geneigter Fortsatz erhebt, der erst bei den Crocodilen und Vögeln als *processus uncinatus* in voller Ausbildung sich findet.

Die Batrachier zeichnen sich durch eine überaus grosse Uebereinstimmung in dem Bau ihrer Wirbel aus. Um mit dem Schwanzbein anzufangen, so zeigt dasselbe, wenn wir es als einen Wirbel auffassen wollen, einen oberen, einen vollständig geschlossenen kanalbildenden Bogen mit leistenähnlichem Dorn. Gelenkfortsätze, Hämapophysen und *processus laterales* fehlen. Das Rudiment des unteren Bogens hat als hypochordaler Knorpel zur Bildung des bleibenden Wirbels beigetragen. Am Rumpfe zeigen die Neurapophysen im Gegensatz zu den bisher betrachteten Ordnungen keine tutenartige Auftreibungen, ragen nicht über einander, sondern lassen zwischen sich Räume, zwischen denen das Rückenmark von Weichtheilen bedeckt vorliegt. Die Gelenkfortsätze liegen horizontal, die hinteren die vorderen deckend wie bei den vorigen Formen. Die hinteren Dornen sind kegelförmig, die vorderen mehr dreiseitig, prismatisch. Von den Basen der Neurapophysen zwischen und etwas unter den Gelenkfortsätzen erheben sich die horizontal gelagerten Seitenfortsätze. Die der hintersten Wirbel sind an ihrem Ende keulenförmig verdickt und tragen den Beckengürtel, daher wir auch hier eine Kreuzgegend auftreten sehen. Auch die Enden der *processus laterales* der vordersten Rumpfwirbel sind ansehnlich verbreitert. Der vorderste Wirbel entbehrt des Seitenfortsatzes. Von Hämapophysen lässt sich keine Spur nachweisen und eine eigentliche Gliederung zu Rippen findet nicht statt.

Auch die Schlangen zeigen in den Formen der Wirbel eine grosse Uebereinstimmung. Nur Rumpf und Schwanz sind unterscheidbar. Die Neurapophysen bieten überall im Wesentlichen dieselben Verhältnisse dar und erinnern in ihrer Form aufs Lebhafteste an die der Coecilia und der Perennibranchiaten. Dieselben sind hinten tutenförmig erweitert und umgreifen den vorderen Theil des nächstfolgenden, ja es finden sich auf der Innenseite eigene Articulationsflächen, und es kommt somit kein freier Raum zwischen den Bogen, ausgenommen wie überall an den Austrittsstellen der Nerven, zu Stande. Die Dornen sind in mehr oder min-

der starker Ausbildung von hinten bis gegen die Mitte des Rumpfes zu- und dann nach vorne hin wieder an Länge abnehmend entweder als hohe Kämme, oder als mehr spitze Erhebungen vorhanden. Die Gelenkfortsätze liegen auch hier durchgehend mit ihren Flächen mehr horizontal, die hinteren die vorderen deckend, und namentlich die hinteren durch Leisten mit den Dornen verbunden. Sie zeigen dann zugleich das Eigenthümliche, dass an ihnen, und damit ist ein Anklang an die Verhältnisse bei den Vögeln, den Säugern und den Menschen gegeben, zwei Rauhigkeiten auftreten, von denen wir den des hinteren Gelenkfortsatzes als *processus muscularis*, den des vorderen als *processus mamillaris* bezeichnen wollen. Ersterer ist undeutlicher und an den mittleren Rumpfpartien mehr eine flache Rauhigkeit, letzterer dagegen als starker, nach aussen ragender Höcker vom hinteren Schwanzende bis zu den vordersten Wirbeln ausgeprägt. Die Hämapophysen treten am hinteren Schwanzende als zwei kleine Höckerchen aussen und innen an der Unterfläche des Wirbelkörpers auf, nehmen an Länge zu, ohne sich zu schliessen und vereinigen sich an den vordersten Schwanzwirbeln zu einem massiven Vorsprung in der Mitte der Körperunterfläche, der länger oder kürzer in der ganzen Länge des Rumpfes sich findet. Die Seitenfortsätze treten am hinteren Schwanzende als nach unten geneigte spitze Stachel an der Basis der Hämapophysen auf, trennen sich aber von diesen dadurch, dass sich die Hämapophysen mehr der Mittellinie der unteren Wirbelkörperfläche nähern. Sonach kommt eine Furche zwischen den beiden zu Stande. Zugleich verbreitert sich die Basis des *processus lateralis* an den vorderen Schwanzwirbeln, rückt bis an den Ursprung der Neurapophysen und verbindet sich mittelst einer Leiste mit den vorderen Gelenkfortsätzen. Dabei spaltet er sich gabelförmig. An den hintersten Rumpfwirbeln gliedern sich diese Seitenfortsätze zu Rippen und eigentlichen *processus laterales*, von denen erstere sich anfänglich noch gabelförmig spalten, dann aber einfache Spangen werden. Die Seitenfortsätze springen nicht bedeutend an den Seitenflächen des Wirbels vor, zeigen aber wie Coecilia an der Gelenkfläche zur Verbindung mit der Rippe eine Furche, so dass eine unvollständige Trennung in einen oberen und unteren Querfortsatz (Parapophyse) zu Stande kommt. Ersterer sitzt unterhalb des vorderen Gelenkfortsatzes dem Bogen genähert, letzterer bietet dadurch ein interessantes Verhalten und einen Anklang an die Verhältnisse bei den niederen Amphibien dar, dass derselbe einen mehr oder minder starken Fortsatz nach unten und vorne schickt, der der Hämapophyse entgegengewandt die Furche zwischen dieser und dem *processus lateralis* mehr oder minder vertiefen hilft. Auch die Rippen zeigen an ihrer Anheftungsstelle durch eine namentlich an der Vorderseite befindliche seichte Furche einen Zerfall in *capitulum* und *tuberculum*, von denen

letzteres etwas mehr hervorragt. Das Höckerchen ist aber nicht mit einem nach oben und hinten über den Querfortsatz sich erhebenden Fortsatz zu verwechseln, der bald stärker, bald schwächer ausgeprägt sein kann und als accessorisches *tuberculum costae* angesehen werden muss, wie man ihn andeutungsweise auch beim Menschen und einigen Säugethieren findet. Die Seitenfortsätze der vordersten Wirbel tragen keine Rippen.

Unter den Sauriern schliessen sich die Annulaten eng an die Schlangen an, zeigen aber einzelne Charaktere, durch die sie noch mehr wie die Ophidier an die Coecilien erinnern. Die Neurapophysen haben auch hier die tutenförmige Gestalt und umgreifen die vordere Oeffnung des nächstfolgenden Wirbels, allein die Dornen fehlen am grössten Theil des Rumpfes wie bei den Coecilien und treten erst an den vordersten Wirbeln als niedrige Fortsätze auf. Die Gelenkfortsätze verhalten sich auf dieselbe Weise wie bei den Schlangen und zeigen auch hier die starken *processus mamillares* und die weniger scharf ausgeprägten *processus musculares.* Die Hämapophysen treten am Schwanz als geschlossene Bogen mit kurzen Dornen auf, spalten sich jedoch an den vordersten Schwanzwirbeln, reduciren sich auf kleine Höckerchen seitlich an der Unterfläche des Wirbelkörpers und erscheinen erst wieder an den vordersten Wirbeln in Gestalt starker Kämme. Der grösste Theil des Rumpfes trägt also wie bei den Coecilien keine Spur von Hämapophysen. Die Seitenfortsätze zeigen in ihrem Wesen dasselbe Verhalten wie bei den Ophidiern, allein einmal zeigt sich ein Unterschied in dem weniger deutlichen Hervortreten der Spaltung an der Grenze des Rumpfes und Schwanzes und dann vor allem darin, dass der untere Theil des Seitenfortsatzes, dessen Trennung auch bei ihnen nur durch eine Furche angedeutet ist, nicht den nach unten sehenden Fortsatz besitzt, der bei den Schlangen mit der Hämapophyse eine tiefe Furche bildet und bei den Coecilien am ganzen Rumpfe nachweisbar ist. Die Rippen, von denen die hinterste wie bei Lepidosternon eine Spaltung zeigt und die an den vordersten Wirbeln fehlen, haben die Form wie bei den Schlangen und zeigen auch das starke nach oben und hinten ragende *tuberculum accessorium.*

Von den entwicklungsgeschichtlich so sehr interessanten Ascalaboten standen uns keine guten Skelette zu Gebote, um die groben anatomischen Charaktere der Wirbelsäule festzustellen, was dagegen die übrigen Autosaurier betrifft, so ist über dieselben Folgendes zu bemerken. Die Neurapophysen sind bei allen im Wesentlichen gleichgestaltet und schliessen sich in sofern an die vorhergehenden Ordungen an, als dieselben einen völlig geschlossenen Kanal für das Rückenmark bilden, jedoch tritt die hintere Ausweitung, die wir bis jetzt so charakteristisch auftreten sahen, bei ihnen nicht in dem Masse zu Tage, sondern wir finden schon Anklänge an die Formen der Bogen bei den Krokodilen. Hinten zeigt

sich der Bogen etwas ausgeschnitten, vorne in der Mitte ausserordentlich verdünnt durchscheinend, und denkt man sich diesen dünnen Theil häutig, dann bekommen wir den auch vorne mit einem Ausschnitt versehenen Bogen der Krokodile. Die Dornen sind hinten mehr spitz, vorne mehr lang, leistenartig und die Gelenkfortsätze zeigen in sofern eine weitere Stufe als dieselben mit ihren Flächen nicht länger vollkommen horizontal gestellt, sondern ganz besonders am Schwanz von oben aussen, nach unten innen geneigt sind, während sie sich an den vordersten Wirbeln wieder mehr der horizontalen nähern. *Processus musculares* finden sich nicht besonders ausgeprägt, wohl aber bei einigen Familien an den vorderen Rippen tragenden Rumpfwirbeln. Die Hämapophysen zeigen wesentliche Differenzen bei den Chamaeleonten und den übrigen Familien. Bei ersteren fehlen dieselben ganz und treten nur an den vordersten den Halswirbeln entsprechenden Wirbeln als leistenartige Erhebungen an der Unterfläche des Körpers auf, während sie dagegen bei den übrigen Familien am Schwanze bis zu den vordersten Wirbeln und am Halse stark ausgebildet vorkommen. Am Schwanze befinden sie sich als schwache Höcker an dem hinteren Theile der Unterfläche der Wirbelkörper und mit ihnen gelenkig verbunden, theilweise in das Wirbelinterstitium hineinragend, erheben sich paarweise die Dornen, schliessen sich zu einem Bogen und laufen vereint in eine unpaare Spitze aus. An den vordersten Wirbeln können sich dann in sofern Verschiedenheiten geltend machen, dass die Hämapophysen entweder gegliedert als Leisten im Interstitium der Wirbel auftreten oder ungegliedert der Unterfläche der Wirbelkörper ansitzen und namentlich nach hinten hin sich erheben. Sind keine unteren Bogen am Schwanze vorhanden, dann treten die an den hinteren Theilen des Schwanzes seitwärts vom Körper entspringenden *processus laterales* an deren Stelle, ragen nach unten und bilden somit eine offene Rinne. Sind dagegen Hämapophysen vorhanden, so treten die Seitenfortsätze am Schwanze an der Basis der oberen Bogen auf und wenden sich seitwärts, an Länge nach vorne hin zunehmend und mit dem vorderen Gelenkfortsatz durch eine Leiste verbunden. Die Seitenfortsätze zweier hinterer Rumpfwirbel verdicken sich ausserordentlich, ragen dabei mit ihrer Basis bis an die Unterfläche des Wirbelkörpers und tragen an ihrem Ende, ohne eine Gliederung in Rippen zu zeigen, den Beckengürtel, und sind somit als Kreuzwirbel anzusehen. Die Seitenfortsätze der den Kreuzwirbeln folgenden Centren gliedern sich entweder gleich zu Rippen und eigentlichen *processus laterales*, oder eine solche Trennung findet erst weiter vorn statt. Dieselben nehmen dabei an Höhe zu und anfänglich noch an der Basis der Neurapophysen unter dem vorderen Gelenkfortsatz sitzend, rücken sie alsbald auf die Seitenfläche des Körpers. Eine Trennung in oberen und unteren Querfortsatz und in *capitulum*

und *tuberculum costae* ist hinten eben so wenig wie ein *tuberculum accessorium* nachweisbar. Dagegen zeigt sich vorne an den Rippen tragenden Wirbeln eine solche Trennung in Gestalt einer Furche, die vorn wenn auch seicht über den Seitenfortsatz und die Basis der Rippen verläuft. Der untere Querfortsatz oder die Parapophyse ist dabei etwas kürzer und dem entsprechend das Homologon des *capitulum costae* etwas länger. Die vordersten Wirbel, welche keine Rippen tragen, zeigen entweder am Körper oder an der Basis der Neurapophysen einen allmählig kürzer werdenden Seitenfortsatz, der entweder keine Spaltung oder nur undeutlich eine solche zeigt. *Foramina costotransversaria* wie bei den Salamandern und Perennibranchiaten kommen nirgends zu Stande.

Die Neurapophysen am Schwanze der Schildkröten sind flache Bogen ohne Dornen, die aber nicht wie bei den vorigen Ordnungen einen vollständigen Kanal für das Rückenmark bilden, sondern vorne und hinten ausgeschnitten sind, so dass ein *spatium intercrurale* zu Stande kommt. Die Gelenkfortsätze sind etwas nach vorne unten geneigt ohne Fortsätze. Hämapophysen können an den hinteren Schwanzwirbeln als flache Bogen auftreten oder fehlen, oder sie sind nur als schwache Leisten in der Mitte der Unterfläche des Wirbelkörpers an einigen vorderen Schwanzwirbeln ausgeprägt. Die Seitenfortsätze, die an den hintersten Schwanzwirbeln als schwache Höcker beginnen und dann an Länge zunehmen, entspringen an der Seitenfläche des Körpers und der Basis des Bogens ganz vorne, sind aber nicht abwärts geneigt, sondern sehen gerade nach aussen. Die *processus laterales* der vordersten Schwanzwirbel sind kürzer, um an den Kreuzwirbeln wieder plötzlich an Länge zuzunehmen. Zu gleicher Zeit findet hier dann eine Trennung an der Basis durch eine Epiphysenfuge statt, zuerst nahe am Körper, an den beiden Kreuzwirbeln aber etwas entfernter von ihm. Es wäre nun die Frage aufzuwerfen, sind die äusseren Abtheilungen der Seitenfortsätze Rippen und die inneren *processus laterales*, oder ist das Ganze als Seitenfortsatz anzusehen. Im ersteren Falle würde eine Aehnlichkeit mit den Verhältnissen bei einigen Perennibranchiaten sich finden, wofür in der Entwickelungsgeschichte nähere Anhaltspunkte aufzusuchen wären. Dafür spricht das Verhalten der hintersten Fortsätze am Rumpfe, die von allen als Rippen gedeutet werden und zugleich die bedeutende Abnahme der Seitenfortsätze an den vordersten Schwanzwirbeln. Wir müssen die Entscheidung der Frage auf eine ausführlichere Betrachtung des Wirbelbaues bei den Schildkröten verschieben. An den Rumpfwirbeln zeigen die Neurapophysen eigenthümlich gestaltete Dornen. Sie platten sich ab, wachsen flügelförmig nach beiden Seiten hin aus und tragen zur Bildung des Hautskeletts bei. Zugleich wölben sie sich über die Rudimente der Rückenmuskeln. Gelenkfortsätze sind nicht vorhanden, ebensowenig sind Hämapophysen nach-

weisbar. Die unmittelbar an die Kreuzwirbel anstossenden Segmente zeigen auf der Grenze zwischen Bogen und Körper nach vorne hin kleine platte Seitenfortsätze, die Rippen tragen. Ein Zerfall in obere und untere Querfortsätze ist auch nicht in Spuren nachweisbar, ebensowenig wie eine Theilung der Rippe in *capitulum* und Höcker. Die Seitenfortsätze rücken nach vorne zu immer weiter gegen das *spatium intervertebrale* und die Rippen articuliren dann im Intervertebralraum noch mit einem Höcker an der Hinterseite des nächstvorhergehenden Wirbels, der zuweilen grösser als der eigentliche Seitenfortsatz sein kann und fast überall bei den Thieren auftritt, deren Rippen mit zwei Wirbeln articuliren. Er darf niemals weder mit dem oberen, vor allem aber nicht mit dem unteren Querfortsatz oder der Parapophyse verwechselt werden. Fand sich nun kein eigentliches Höckerchen an der Rippe, so zeigt sich dafür ein mächtiges *tuberculum accessorium*, welches von dem *angulus costae* sich erhebend den Flügeln der Dornen der Neurapophysen entgegenwächst und so in Verbindung mit dem Hautskelett eine vollständige Hülse für die Rückenmuskeln bildet. Die Neurapophysen des Halses sind ebenfalls flache, vorne und hinten ziemlich tief ausgeschnittene Bogen, von denen der des hintersten Wirbels einen mehr oder minder sich erhebenden Dorn trägt, der an den folgenden verschwindet und erst an den vordersten Wirbeln als allmählig bis zum zweiten an Höhe zunehmender Kamm auftritt. An den oberen Enden der vorderen und hinteren Bogenausschnitte erheben sich die Gelenkfortsätze, die von oben, hinten und aussen nach unten, vorne und innen abgeschrägt sind, und von denen der hintere namentlich an den vorderen Wirbeln deutlich entwickelte *processus musculares* trägt, während der vordere mit einem namentlich an den hinteren stark ausgeprägten *processus mamillaris* versehen ist. Die Seitenfortsätze entspringen an der Grenze der Neurapophysen und des Wirbelkörpers unterhalb der vorderen Gelenkfortsätze als niedrige Höcker, die keinen Zerfall in oberen Querfortsatz und Parapophyse zeigen. Die Hämapophysen treten entweder als niedrige Leisten in der Mitte der Unterfläche des Wirbelkörpers auf und theilen sich nach hinten hin in zwei stumpfe Höcker, oder es finden sich ausserdem noch in den Intervertebralräumen zwei kleine rundliche, lose Knöchelchen, die man als die Rudimente der getrennten *spinae haemales* ansehen könnte.

Bei den Crocodilen sind die Neurapophysen des Schwanzes wie bei den Schildkröten flache Bogen, die vorne und hinten zu median und abwärts geneigten Gelenkfortsätzen ausgeweitet sind. Die Dornen ragen hinten als spitze Stacheln empor, werden vorne aber von beiden Seiten her zusammengedrückte Kämme. An den mittleren Schwanzwirbeln namentlich zeigen sowohl die hinteren wie die vorderen Gelenkfortsätze Andeutungen breiter, flacher *processus musculares* und *mamillares*. Die zu

Bogen geschlossenen Hämapophysen, die in einen abgestumpften Dorn sich fortsetzen, entspringen lose angeheftet im Intervertebralraum und fehlen an den vordersten Schwanzwirbeln. Die Seitenfortsätze entspringen anfänglich als niedrige Leisten in der ganzen Länge der Basis der Neurapophysen und ziehen sich dann zu allmählig an Länge und Breite zunehmenden Fortsätzen aus, die an den ersten Schwanzwirbeln durch eine Naht von der Neurapophyse getrennt sind. Dies Verhalten zeigt Aehnlichkeit mit dem der Schildkröten, allein es ist doch insofern ein nicht unwesentlicher Unterschied vorhanden, als bei diesen die Fuge entfernt von der Basis des Bogens sich findet und somit an derselben einen seitlichen Fortsatz übrig lässt, während bei den Crocodilen die Naht unmittelbar an der Wurzel der Bogen sich findet. Die beiden Kreuzbeinwirbel zeigen ausserordentlich dicke Seitenfortsätze, die auf der Vorderfläche als Andeutung des Zerfalls in einen oberen und unteren Querfortsatz ebenfalls eine Naht aufweisen und den Beckengürtel an ihrem verbreiterten Ende tragen. Die Neurapophysen des Rumpfes zeigen keine wesentlichen Unterschiede von denen der vorderen Schwanzwirbel mit Ausnahme solcher, die durch die Höhe der Dornen und durch die Stellung der Gelenkfortsätze bedingt sind. Am mittleren Rumpftheil stehen letztere mehr horizontal, am vorderen wieder mehr medianwärts geneigt, also der sagittalen Ebene genähert. Die Hämapophysen sind an den hinteren Abtheilungen des Rumpfes nicht vorhanden, sondern treten erst wieder am 17. Wirbel von vorne an gerechnet als unpaare Dornen auf der Unterfläche der Wirbel auf, um, an den vordersten Wirbeln auf kleine Höckerchen reducirt, dann vollkommen zu verschwinden. Die Seitenfortsätze der an das Kreuzbein anstossenden Wirbel zeigen sich nicht durch Nähte von den Neurapophysen, von denen sie höher oben wie am Schwanze entspringen, abgesetzt, während diese dann durch Nähte von den Körpern getrennt sind. Es findet aber eine Gliederung durch quere Trennung in eine anfangs kurze Rippe und einen langen Seitenfortsatz statt, und diese Scheidung geht dann an den folgenden *processus laterales* so vor sich, dass sich auf der vorderen oberen Fläche sowohl des Seitenfortsatzes als der Rippe eine Spalte geltend macht, die einen oberen hinteren Querfortsatz von einer unteren vorderen Parapophyse und ein *tuberculum costae* von einem *capitulum* abtrennt. Weiter nach vorn rückt dann der untere Querfortsatz immer näher an die Neurapophyse, das *capitulum costae* nimmt dabei immer mehr an Länge zu und schliesslich sind beide Querfortsätze vollkommen getrennt, und der obere nimmt die ursprüngliche Lage des Seitenfortsatzes ein, während der untere als niedriger Höcker an der Grenze des Bogens und Körpers sich geltend macht und mit dem *capitulum costae* verbindet. Der andere dient dem Rippenhöcker zur Anheftung. Sonach kommt gegen das vordere Rumpfende hin ein

immer grösseres *foramen costotransversarium* zu Stande. Vor dem Schultergürtel nimmt der obere Querfortsatz etwas an Länge ab, der untere etwas zu, bis beide die gleiche Ausdehnung erreicht. Mit dem Wachsthum der Parapophyse verkürzt sich das *capitulum costae* und der Höcker nimmt relativ zu, und so haftet die Rippe an den vorderen Rumpfwirbeln als ein V-förmiger Knochen, an den beiden gleichlangen Querfortsätzen mit ihnen articulirend.

Die Neurapophysen am Schwanze der Vögel bilden, wenn wir ebenso wie bei den vorigen Classen von den Verhältnissen des Endes der Wirbelsäule für dieses Mal absehen, einen geschlossenen Kanal für das Rückenmark und enden mit einem niedrigen breiten Dorn. Die Gelenkfortsätze sind nicht besonders stark ausgebildet, sondern zeigen sich, namentlich die vorderen, mehr als niedrige, stumpfe Höcker hoch oben am Bogen. Hämapophysen sind meistens nur in geringer Ausbildung vorne an der Unterfläche des Wirbels vorhanden, bilden zuweilen einen Bogen oder sind auf zwei niedrige symmetrische Höcker reducirt. Die stark entwickelten Seitenfortsätze entspringen an der Seitenfläche des Wirbelkörpers und der Basis des oberen Bogens und sehen nach aussen und etwas abwärts, gliedern sich aber nicht. Die unter einander verwachsenen Wirbel der Kreuzgegend zeichnen sich durch die verschmolzenen Bogen, Dornen und Gelenkfortsätze aus. Die Hämapophysen sind nicht entwickelt und die Seitenfortsätze rücken bis zu den in ihren Körpern verbreiterten und wohl als eigentliche Träger des Beckens, als eigentliche Kreuzwirbel anzusehenden Segmenten immer mehr an der Basis des Bogens empor, während sie an letzteren mehr an der Seitenfläche der Wirbelkörper sich halten, überall aber mit dem Becken verschmelzen. Sie können wie an den freien Schwanzwirbeln ungetheilt sein, oder sich in obere und untere Querfortsätze spalten, von denen dann erstere den Neurapophysen, letztere dem Wirbelcentrum anhaften. Es können so vollkommene *foramina intertransversaria* zu Stande kommen, und von der vollkommenen Spaltung bis zum vollständigen Verschmelzen können dann alle möglichen Uebergangsformen durch tiefere oder seichtere Furchen bedingt auftreten. Die Seitenfortsätze der stark verbreiterten verschmolzenen Wirbel sind meistens sehr verdickt und tragen eigentlich den Beckengürtel, dieselben können einen Zerfall in obere und untere Querfortsätze zeigen, oder sie sind zu einer hohen schmalen Platte verbunden, die mit dem *os ilium* verschmilzt. Erst an den vordersten vereinigten Wirbeln tritt an ihnen eine Trennung und zugleich eine Gliederung auf, und zwar geht eine schräge Spaltung von oben lateralwärts, nach unten medianwärts, so dass der untere Querfortsatz nur rudimentär bleibt und sich als Höcker an der Seitenfläche des Körpers in der Nähe der Basis der Neurapophysen findet, während der obere sich mehr verlängert.

Der untere Querfortsatz hat sich gleichsam in eine kurze Parapophyse und ein längeres Rippenköpfchen gegliedert, während die Theilung am oberen *processus transversus* weiter entfernt vom Wirbelkörper vor sich geht. Mit dieser Darstellung soll nun aber eben so wenig hier wie an anderen Orten der entwicklungsgeschichtliche Gang dargestellt sein, es ist wohl denkbar, dass die Rippe sich zuerst aus der äusseren Belegungsmasse bildet und erst nachträglich die Querfortsätze hervortreten und die Rippe von dem Wirbelkörper abdrängen, eine Meinung, die für einige Wirbelthiere namentlich von Rathke aufgestellt ist. Es ändert das nichts an dem Wesen der morphologischen Verhältnisse. Das *tuberculum* der Rippe ist natürlich nur klein, entsprechend der Grösse des oberen Querfortsatzes und die letzte kann entweder mit dem Beckengürtel verschmelzen oder frei sein. Sowie die oberen Querfortsätze und die Rippe ausser Verbindung mit demselben treten, zeigen sich auch die wahren unverschmolzenen Wirbel und mit ihnen schräg von oben aussen, nach unten innen abgedachte *processus articulares* und natürlich getrennte Bogen und Dornfortsätze. Die hinteren Gelenkfortsätze zeigen dabei nach vorne hin immer mehr an Stärke zunehmende *processus musculares*. Die unteren Querfortsätze nehmen nach vorne hin ebenfalls etwas an Länge zu und zugleich sehen wir an den oberen Querfortsätzen vorne deutlich einen *processus mamillaris*, der anfänglich an der Spitze dieses Fortsatzes sich zeigt, dann vorne den Basen der vorderen Gelenkfortsätze sich immer mehr nähert, und schliesslich noch weiter nach vorne diesen aufsitzt und zwar als eine stark ausgeprägte Rauhigkeit. Durch diesen Wechsel in der Stellung des Mamillarfortsatzes, bald am *proc. transversus*, bald am *articularis* ist ein weiterer Schritt in der Bildung gethan, der den vorhergehenden Classen fehlte. Zugleich tritt hinten am Querfortsatz ein mächtiger *prosessus accessorius* auf, der mit dem *mamillaris* desselben Wirbels durch eine starke Leiste verbunden ist, oder auch mit dem Mamillarfortsatz des nächstfolgenden Wirbels verschmelzen kann. An den Rippen finden sich keine accessorischen Höcker, aber wohl die bekannten *processus uncinati*. An dem vorderen freie Rippen tragenden Wirbel treten dann auch die Hämapophysen an der Mitte der Unterfläche des Wirbelkörpers als mehr oder minder stark vorspringende Kämme auf, ohne sich abzugliedern oder Bogen zu bilden. Sie erinnern in ihrem Verhalten an die gleichen Gebilde der Schlangen, wo die unteren Querfortsätze in Verbindung mit ihnen zwei tiefe Furchen zu beiden Seiten der Mittellinie der Unterfläche bildeten. Gerade so ist es hier. Es erstreckt sich auch hier ein von der Parapophyse ausgehender Fortsatz nach unten von der Rippe der Hämapophyse entgegen. In der Halsregion geht eine Veränderung in dem Sinne vor sich, dass die unteren Querfortsätze oder Parapophysen, die sich mit ihrem nach unten ragenden Fortsatz von der Basis

des oberen Bogens an der Seitenfläche des Wirbelkörpers heruntererstreckten, jene immer mehr verlassen und an dem Körper herunterrücken, während dagegen der obere Querfortsatz unterhalb der oberen Gelenkfortsätze immer mehr an Breite zunimmt und bis zur Basis der Neurapophysen rückt. Gleichzeitig verkürzt sich die Rippe und zwar zuweilen soweit, dass sie eigentlich nur aus *capitulum* und *tuberculum* besteht, die beide entweder ein bogenförmiges Verbindungsstück zwischen den beiden Querfortsätzen bilden, welches nach hinten hin einen stachelartigen Fortsatz ausschickt, oder wenn die beiden Querfortsätze nahe an einander gerückt sind, einen kegelförmig gestalteten Knochen zwischen ihnen bilden. Zugleich findet eine völlige Verschmelzung mit den beiden Querfortsätzen statt und man kann ihn als einen weiter hinten zu einer wirklichen Rippe sich abgliedernden *processus costarius* ansehen. Die Hämapophysen können an den vorderen Wirbeln als Kämme mehr oder minder deutlich sein, oder bald gänzlich, bald streckenweise fehlen, und dann bilden die unteren Querfortsätze einen unvollständigen, offenen Kanal für die Gefässe, treten also an die Stelle der eigentlichen Hämapophysen. Auch die oberen Bogen zeigen in sofern eine Veränderung, als sie, während sie an den hinteren Rumpfwirbeln einen vollständigen Kanal für das Rückenmark bildeten, an den vorderen, wie bei den vorhergehenden Classen, vorn und hinten einen tieferen Einschnitt zeigen, zwischen denen der Rückenmarkskanal offen daliegt. Dann stehen auch die Gelenkfortsätze etwas mehr nach vorne geneigt. Die *proc. muscul.* werden an den vorderen Wirbeln immer stärker und sind zuweilen sogar durch eine Furche in mehrere getheilt, die Dornen besitzen auch verschiedene Formen, sie können kamm- oder dornartig sein. Ein *processus accessorius* lässt sich auch an den vorderen Wirbeln, nach hinten gerichtet, in der Nähe der Spitze des oberen Querfortsatzes nachweisen. Der Mamillarfortsatz befindet sich am Halse stets als starker Höcker am vorderen Gelenkfortsatz, und erst bei den Säugern und den Menschen wechselt seine Lage viel mehr wie bei den Vögeln, die in dieser Beziehung eine Mittelstufe gegen die Schlangen hin einnehmen, in sofern als er bei ihnen zuweilen, aber selten, dem Querfortsatz angehören kann.

Somit haben wir bis zu den Säugern und den Menschen im grossen Ganzen ein Bild der grob anatomischen Verhältnisse der Wirbel entworfen, einen Rahmen gebildet, in dem eine weitgreifende Detailforschung die Einzelheiten einfügen wird, und wir wenden uns jetzt zu der Betrachtung der einschlägigen Verhältnisse zuerst des Menschen und dann der Säugethiere, um jeden einzelnen Theil des Wirbels in seinen Modificationen zu verfolgen. Auch hier wollen wir von den entwicklungsgeschichtlichen Verhältnissen, soweit dieselben für die vorliegenden Fragen von Bedeutung sind, ausgehen.

Dank der Güte des Herrn Hofrath Koelliker, der uns mit grosser Liberalität Schnitte durch menschliche Brustwirbel und solche vom Schweine zur Disposition stellte, und durch eigene Untersuchungen sind wir in den Stand gesetzt, über den Bau des knorplichen Wirbels an den verschiedenen Leibesabschnitten Mittheilungen zu machen, die theils Beobachtetes bestätigen, theils einiges Neue bringen, das vergleichend anatomisch nicht ohne einiges Interesse sein möchte.

Ueber die erste Anlage des Wirbels haben wir keine Studien gemacht, unsere Beobachtungen beginnen mit dem Stadium, in dem die Verknorpelung vollständig eingetreten ist. Um mit dem Wirbel zu beginnen, so sehen wir die Chorda (Fig. 2, 3, 4, 9) als einen bald dünneren, bald dickeren, dunklen Zellstrang entweder die Mitte des Wirbels durchsetzen, oder eine mehr excentrische Lage einnehmen. Wir haben keine Gelegenheit gehabt, zu constatiren, wo die Dickenzu- oder -abnahme der Chorda stattfindet. Die Chordazellen sind rundlich, dicht aneinander liegend, ohne Zwischensubstanz und füllen an dem gut erhaltenen Präparate den Kanal im umgebenden Gewebe vollkommen aus, während dagegen an stark erhärteten und daher etwas geschrumpften Geweben stets ein Zwischenraum zwischen den Zellen und der Wandung sich geltend macht. Die Zellen sind lose aneinander gelagert und haften der Wand des Kanals locker an, so dass sie sich ausserordentlich leicht lösen. Es gelang uns weder beim Menschen noch beim Schwein in diesem Stadium etwas einer Scheide Aehnliches zu entdecken, ohne dass wir deren Existenz zu einem früheren Zeitpunkt bestreiten wollen. Hat doch beim Menschen und bei den Säugern, sobald die Wirbel verknorpelt sind, die Chorda ihre Rolle gespielt und fällt der regressiven Metamorphose anheim, und so wäre es möglich, dass mit dem allmähligen Verdrängtwerden der Chordazellen, mit ihrem Verschwinden, sei es durch eine Umwandlung der Zellen in Knorpel, sei es durch eine Verkalkung, auch die Scheide, die als eine von der Chorda gebildete Cuticularmembran anzusehen ist, ebenfalls verschwindet, dem umgebenden Gewebe Platz macht. Das Gewebe, welches die Chorda umgiebt und den Wirbel also vorzugsweise bildet, lässt sich in allen Abschnitten des Leibes als aus drei verschiedenen Lagen constituirt erkennen. Zuerst folgt rings um die Chorda in grösserer oder geringerer Ausdehnung eine auf dem Querschnitt rundliche Scheibe heller Knorpelsubstanz, deren Centrum die Chorda einnimmt, die zellenhaltige Chordascheide, die den eigentlichen Wirbelkörper constituirt und rings um diese folgt dann eine Lage dunkleren Knorpels, die äussere skelettbildende Schicht, von der aus die Fortsätze sich erstrecken, und die an verschiedenen Stellen eine verschiedene Dicke besitzt, und als eine dünne Umhüllungsschicht folgt dann die äussere skelettbildende Lage mit ihren Ausläufern umgebend das aus Bindegewebszellen beste-

hende embryonale Periost oder besser Perichondrium. Die innerste helle Knorpelmasse den eigentlichen Wirbelkörper finden wir am äussersten Schwanzende sehr weit gegen die Peripherie der Wirbel sich erstrecken, so dass die skelettbildende Schicht sich nur als eine dünne Lage um ihn herum ablagert. An den vordersten Schwanzwirbeln ist es nicht mehr in dem Masse der Fall, die äussere skelettbildende Schicht hat an Dicke gewonnen, und dasselbe findet in noch höherem Masse an der Brustwirbelsäule des Menschen, vor allem aber an den Halswirbeln statt, wo wir die einschlägigen Verhältnisse beim Schwein in Betracht gezogen. Was die histologische Struktur des eigentlichen Wirbelcentrums betrifft, so müssen wir zunächst die Natur des Gewebes in der unmittelbaren Umgebung des Chordastranges in Betracht ziehen. Ich habe das Verhalten an dieser Stelle Wechseln unterworfen gesehen. Bald fand sich die Wand des Chordakanals aus einer schmalen hyalinen Schicht constituirt, die jedoch durchaus nicht gegenüber dem benachbarten Gewebe scharf begrenzt hervortrat, vielmehr als Theil desselben als Intercellularsubstanz erschien, die continuirlich in die Zwischensubstanz der Zellmasse überging. Zuweilen zeigte sich dann auch in dem umliegenden Gewebe eine andere Anordnung der Zellen. Häufig wurde aber auch die Wand des Kanals direct durch Zellen gebildet, die in wenigen Lagen sich concentrisch angeordnet fanden und eine mehr spindelförmige Gestalt mit länglichem Kern besassen. Sie sprangen frei in das Lumen des Chordakanals vor, während im erstern Falle die Wandung mehr glatt erschien. Die hyaline Begrenzungsschicht hat die täuschendste Aehnlichkeit mit einer selbständigen strukturlosen Scheide, jedoch es gelingt, den Zusammenhang mit der Umgebung nachzuweisen. Die übrige Masse der zellenhaltigen Chordascheide oder des eigentlichen Wirbelcentrums (Fig. 7*b*) zeigt sich aus schönen, grossen, hellen Knorpelzellen mit geringer hyaliner Zwischensubstanz constituirt, die gegen die Peripherie hin an Grösse abnehmen und allmählig in das Gewebe der äusseren skelettbildenden Schicht übergehen. Die einzelnen Zellen liegen in Gruppen beisammen und sind mehr oder minder eckig. Das Protoplasma ist schwach granulirt, die Zwischensubstanz ausserordentlich durchsichtig, leicht streifig, jedoch ohne Faserung.

Die skelettbildende Schicht, die als dunklere Masse den eigentlichen Wirbelkörper rings umgiebt, zeigt sich am äussersten Schwanzende als überall gleich dicke Lage, ohne irgend welche Fortsätze abzusenden; an den vorderen Schwanzwirbeln (Fig. 1 u. 2) sehen wir dagegen aus ihr Fortsätze sich erheben und es zeigt sich dann an den entsprechenden Stellen eine Dickenzunahme. Die Neurapophysen erheben sich rings um das Rückenmark, ohne dasselbe jedoch vollständig zu umschliessen, und zeigen gewöhnlich in ihrer Mitte eine Aufhellung ihrer Substanz. Die

Seitenfortsätze haben in diesem Stadium eine sehr bedeutende Ausdehnung und nehmen die ganze Seitenfläche des Wirbels ein, und an den den *spatia intervertebralia* naheliegenden Theilen verdickt sich die äussere skelettbildende Schicht auch auf der Unterfläche (Fig. 10) und bildet eine flache Erhebung, die unten eine leichte Einsenkung zeigt, in der die Caudalgefässe ruhen. Es ist ein Höcker, von dem in der Mitte des Wirbels (Fig. 2) nichts zu entdecken ist. Dieser verdickte Theil, der ebenfalls in der Mitte etwas heller als an der Peripherie erscheint, ist das Rudiment eines unteren Bogens. Im Allgemeinen überwiegt der Durchmesser des eigentlichen Wirbelkörpers bedeutend den der äusseren skelettbildenden Schicht und die Grenze kann fast bis an die Peripherie des Gesammtwirbels zurückgedrängt sein. Die äussere skelettbildende Schicht der Brustwirbel des Menschen (Fig. 3*c*) sendet nur allein zur Umschliessung des Rückenmarks die Neurapophysen aus (Fig. 3*e*), dagegen zeigt sich keine Spur von unteren Bogen an der unteren Fläche des Wirbelkörpers. Mit den Neurapophysen, die noch nicht geschlossen sind, im innigsten Zusammenhang an der Basis derselben beginnend, ragen die Rippen (Fig. 3*f*) tief in die Bauchplatten hinein, sind jedoch schon von den Bogen auf alsbald zu beschreibende Weise getrennt; ursprünglich aber nur als Auswüchse derselben anzusehen, die sich durch einen Differenzirungsprocess innerhalb der constituirenden Elemente an der Basis von ihrem Ursprung lösen. Eine eigentliche Trennung ist noch nicht zu Stande gekommen, und so sehen wir ein inniges Aneinanderliegen der Theile, das sich auch auf den Querfortsatz erstreckt (Fig. 3*e*), der als ein niedriger Höcker oben aus dem Bogen entspringt, zugleich nach aussen und oben sieht und dessen Spitze mit einer leichten Verdickung an der Umbiegung der Rippe, dem zukünftigen *tuberculum* in Verbindung steht. Ein eigentliches Köpfchen ist an der Rippe noch nicht nachzuweisen und ebensowenig zeigen sich an dem Querfortsatz besonders bemerkenswerthe Theile. Letzterer macht entschieden den Eindruck, als sei er erst nach der Bildung der Rippe entstanden. Von einer Parapophyse ist nichts zu entdecken. Am Halse des Schweins, wo der Wirbelkörper einen ziemlich geringen Durchmesser besitzt (Fig. 4*b*), zeigt dagegen die äussere skelettbildende Schicht (Fig. 4*c*) eine ziemlich beträchtliche Dicke. Die nicht über dem Rückenmark geschlossenen Neurapophysen tragen keine Fortsätze, dagegen erheben sich aus den stark entwickelten seitlichen Partien der Schicht, wodurch der Gesammtwirbel im transversalen Durchmesser sehr vergrössert wird, zwei Fortsätze, von denen der obere (Fig. 4*e*) in Gestalt eines nach aussen und etwas abwärts sehenden Fortsatzes als oberer Querfortsatz hervorragt, der im oberen Theil seiner Basis von einem Gefässkanal (Fig. 4*n*) durchbohrt ist, während der untere, die Parapophyse mehr stachelartig an der Grenze der Unter- und Seitenfläche sich erhebt, spitzer endet und nach aussen

jedoch mehr abwärts gerichtet ist. Beide Fortsätze sind selbständig und nicht an ihrer Spitze mit einander verbunden. Es fehlt also in diesem Stadium ein *processus costarius*. Von irgend welcher Trennung des Fortsatzes von seiner Bildungsmasse wie bei den Rippen ist nichts zu entdecken. Von Hämapophysen ist keine Spur wahrzunehmen. Was das Periost oder Perichondrium den peripherischen Bestandtheil sämmtlicher Wirbel betrifft, so zieht es sich als eine dünne, streifige Lage (Fig. 1 *c*, 2, 3, 4 *d*) rings um sämmtliche Theile der äusseren skelettbildenden Schicht über die Spitze der unvollkommen geschlossenen Hämapophysen in den *canalis spinalis* hinein und gleichzeitig continuirlich über die Oberfläche der Rippen.

Gehen wir nun etwas näher auf die histologischen Verhältnisse der äusseren skelettbildenden Schicht und des Periostes ein, so findet man zunächst, dass sich bei ersterer keine strenge Grenze weder gegenüber dem eigentlichen Wirbelkörper, noch gegenüber dem Perichondrium statuiren lässt, es findet ein ganz allmähliger Uebergang des einen Gewebes in das andere statt. Dennoch ist eine Scheidung gerechtfertigt, weil eben jede einzelne Schicht mehr oder minder ihren selbständigen Entwicklungsgang hat, wenn auch die Phasen mannigfach in einander übergreifen und sich verketten, ein Umstand, der uns nicht überraschen kann, wenn wir das eine Gewebe aus dem andern entstehen stehen. Offenbar gehen alle drei wesentlichen Bestandtheile des Menschen- und Säugethierwirbels aus der äusseren Zellscheide der Chorda hervor, allein es wäre wohl von höchster Wichtigkeit, zu constatiren, ob dieselbe nicht in dem frühesten Entwicklungsstadium oder in dem nächstfolgenden eine strengere Scheidung der Elemente aufweist als später, oder ob in der That erst im Zustande der Verknorpelung eine solche Trennung sich geltend macht. Ist ersteres der Fall und entspricht die innere Lage dem eigentlichen mit der Chorda in engen Beziehungen stehenden Wirbelkörper, dann ist eine grössere Uebereinstimmung mit dem Verhalten des Wirbelcentrums bei den Teleostiern trotz des verschiedenen Ursprungs, vor allem aber mit dem der Plagiostomen gegeben. Mag nun aber das eine oder das andere der Fall sein, immer und überall stehen die einzelnen Schichten mit einander im innigsten Connex. Die grossen, hellen Knorpelzellen des eigentlichen Wirbelkörpers nehmen wie gesagt gegen die Peripherie desselben immer mehr an Durchmesser ab, werden länglicher, abgeplatteter, und das Protoplasma der Zellen wird zu gleicher Zeit und zwar ziemlich rasch stärker granulirt, und damit ist dann die Grenze gegenüber der äusseren skelettbildenden Schicht überschritten, denn das Knorpelgewebe derselben zeichnet sich durch seine grössere Dunkelheit aus (Fig. 7 *c*). Diese mehr länglichen Zellen, die innersten der Lage ordnen sich häufig in mehr oder minder concentrischen Reihen, eine Anordnung, die weiter gegen die Peripherie hin aufhört, da dort die

Zellen immer mehr an Durchmesser abnehmen, regellos durcheinander liegen, rundlicher werden und immer spärlicher Intercellularsubstanz zeigen, jedoch nichts von ihrem stark granulirten Aussehen einbüssen. An der äusseren Grenze der skelettbildenden Schicht platten sich dann abermals die Zellen allmählig ab, gestalten sich nun aber nicht länger mehr längsoval, sondern nähern sich immer mehr der Spindelform. An allen Fortsätzen zeigt der Knorpel diese Verhältnisse, so dass die innersten Zellen immer die grössten und häufig auch die am wenigsten granulirten sind (Fig. 2 *e*). Die Zellen des Periostes sind spindelförmig mit feinen Ausläufern versehen, liegen dicht der äusseren, skelettbildenden Schicht an, haben keine Intercellularsubstanz und keine Zellkapseln und verlieren sich allmählig in das Fasergewebe der Umgebung. Etwas näher zu erörternde Verhältnisse zeigen die Rippen. Sie sind ja als seitliche Auswüchse der skelettbildenden Lage anzusehen und nach hinten und aussen abgehend aufs innigste mit dem noch kurzen Querfortsatz verbunden. Sie bilden mit diesem und dem Bogen eine Masse bis an die Basis desselben und die Gliederung wird nur durch eine eigenthümliche Anordnung der ursprünglichen Formelemente bedingt. Es zeigt sich als Grenze zwischen der Neurapophyse und der Rippe eine dunkle schmale Zellschicht, die in allem und jedem dem Perioste gleicht. Die Zellen sind noch spindelförmig gestaltet und gehen ebenso wie die am Körper und Querfortsatz allmählig in die Knorpelzellen der Rippe und anderseits des Bogens über. Diese Grenzzellen hängen auch continuirlich mit dem Periost des Gesammtwirbels und der Rippe zusammen. Es sieht fast so aus als sei das Periost in dem auswachsenden Theile hineingewachsen und habe die Trennung bewirkt, und doch ist die grösste Wahrscheinlichkeit dafür, dass durch die Umwandlung der Zellen an Ort und Stelle die Trennung entstanden ist und dafür spricht der allmählige Uebergang der Zellelemente. Dort, wo sich die Rippe an die Basis des Bogens anlehnt, findet sich eine stärkere Anhäufung dieser dunklen spindelförmigen Zellen und geben der Rippe gleichsam eine Spitze, allein bei näherem Betrachten zeigt sich deutlich, wie dieselbe abgerundet beginnt. Diese Zellenanhäufung, die in ihrer Mitte eine Auflockerung und Aufhellung der Elemente, den späteren Gelenkraum (Fig. 3 *g*), zeigt, repräsentirt die embryonale Gelenkkapsel. In dem Centrum zeigen sich die Zellen rundlicher, grösser und weniger granulirt.

Was die fernere Entwicklung der Wirbel betrifft, so wissen wir, dass zunächst in unmittelbarer Umgebung der *chorda* die Substanz des eigentlichen Wirbelkörpers verknöchert und dass in jeder Bogenhälfte ebenfalls ein Ossificationspunkt auftritt. Sonach zeigt sich auch hierin eine gewisse Trennung in den eigentlichen Wirbelkörper und in die äussere skelettbildende Schicht, allein einmal können diese Ossificationspunkte sich

vermehren und zweitens halten sie sich nicht streng an den Bereich des Theils, in dem sie zuerst auftreten, mit anderen Worten, es verknöchern nicht das eigentliche Wirbelcentrum und die äussere Belegschicht jedes für sich, sondern, und das bekundet den innigen Zusammenhang der beiden Elemente bei den höchsten Wirbelthieren, es greift in den meisten Fällen der Verknöcherungsprocess des eigentlichen Wirbelkörpers auf die äussere sklelettbildende Schicht über. Sonach lässt sich nicht nach nahezu vollendeter Ossification und einer Trennungsgrenze schliessen, einen wie grossen Antheil die eigentliche zellenhaltige Chordascheide und die äussere Belegmasse an dem Aufbau des bleibenden Wirbelcentrums haben. Die Art der Vertheilung der Verknöcherungspunkte ist erst eine Sache von secundärer Bedeutung, und wollte man als eigentliches Wirbelcentrum das von den Basen der Bogen zu einer gewissen Zeit vollkommen trennbare massive Stück bezeichnen, dann würde man mit den Homologien der Fortsätze sehr ins Gedränge kommen, da man zuweilen sehen kann, wie gerade dieser Theil vor allem Querfortsätze trägt, die gewöhnlich bei den Menschen und Säugern von dem Bogen entspringen, und man würde in Verlegenheit kommen, die im knorpligen Stadium angedeutete Trennung der beiden Grundmassen der Wirbel zu deuten. Man kann im Allgemeinen sagen, dass überall dort die äussere skelettbildende Schicht in den Ossificationsprocess des eigentlichen Wirbelkörpers einbezogen wird, wo dieselbe nur einen geringen Durchmesser besitzt. Eine Trennung der beiden Elemente des eigentlichen Centrums und der Belegschicht ist nur am Atlas im Zustande der Verknöcherung vorhanden. Je mehr die äussere skelettbildende Schicht im Durchmesser gewinnt, je stärker die davon ausgehenden Fortsätze werden, desto öfter sehen wir diese getrennt und ihren eigenen Entwicklungsgang nehmen. Nach dem Auftreten der Verknöcherungspunkte, beim Weiterwachsen derselben stossen sie schliesslich aneinander und es trennt sie nur eine dünne Schicht ursprünglicher Knorpelsubstanz in einer Linie, die bei den verschiedensten Thieren und an den verschiedenen Körperregionen durchaus wechselnd ist und schliesslich verschmelzen sie zu einem untrennbaren Ganzen. Das Dickenwachsthum des Wirbels besorgt das Periost, das Längenwachsthum kommt dadurch zu Stande, dass aus den Massen des Intervertebralknorpels und des *ligamentum intervertebrale* immer mehr Elemente in den Verknöcherungsprocess hineingezogen werden. Der bleibende Wirbelkörper verstärkt sich dann auch gewöhnlich dadurch, wie wir es auch bei den Fischen sahen, dass er bei seinem Dickenwachsthum immer mehr Theile der Bogen in sich aufnimmt, so dass Fortsätze wie z. B. die Rippen, die zu einer gewissen Periode des Lebens an der Basis der Neurapophysen haften, im späteren Alter sich an der Seitenfläche des bleibenden Wirbelkörpers finden.

Dies die entwickelungsgeschichtlichen Verhältnisse der Wirbelsegmente. Was nun die Theile im *spatium intervertebrale* betrifft, so haben wir diese bei dem Schwein aus derselben Lebensperiode untersucht. Da der Zwischenknorpel aus denselben Theilen hervorgeht wie der Wirbel und für das Wachsthum derselben von ungemeiner Bedeutung ist, nur eine andere Entwickelung besitzt, so werden wir, abgesehen von der Chorda und ihrer structurlosen Scheide, die wir in diesem Stadium nicht mehr nachzuweisen vermochten, ein Analogon des eigentlichen Wirbelkörpers und der äusseren skelettbildenden Schicht, somit des sie umhüllenden Periostes besitzen müssen. In der That ist dies der Fall und ersterer wird durch den Intervertebralknorpel repräsentirt, letztere durch das Intervertebralligament. Beide Lagen trennen sich ebenfalls nicht streng, sondern es finden auch hier Uebergänge statt und es sind wesentlich Grössen- und Helligkeitsdifferenzen, somit eigenthümliche Entwicklungsformen der einzelnen constituirenden Elemente, die die Unterschiede bedingen (Fig. 5 *a*, *b* u. *c*). Der Intervertebralknorpel, die innerste Lage, lässt wie erwähnt in diesem Stadium keine Spur der *chorda* mehr entdecken. Diese ist durch das Wachsthum der umgebenden Theile verdrängt, dagegen zeigt sich im Innern des Gewebes, welches ursprünglich aus Knorpel besteht, in so fern eine auffallende Veränderung, als durch Auflockerung des Knorpelgrundgewebes (Fig. 5 u. 6 *a*) eine gallerthaltige Masse des *nucleus pulposus* entsteht. Es ist nun nicht ganz klar, da unsere Untersuchungen in dieser Richtung nicht ausgedehnt genug waren, in welcher Weise diese Auflockerung zu Stande kommt, genug, wir haben es mit einem gegen die Peripherie hin kleiner werdenden Maschenraum zu thun, der mit Gallertsubstanz gefüllt in seinen Wandungen Kerngebilde aufzuweisen hat (Fig. 5 u. 6 *a*). Dieses Gewebe geht allmählig in eine hellere Lage von Knorpelzellen über (Fig. 5 u. 6 *b*), von der wir glauben, dass dieselbe noch dem Intervertebralknorpel angehört. Die constituirenden Zellen zeichnen sich nämlich ähnlich wie die des eigentlichen Wirbelkörpers durch ihre Grösse gegenüber denen der nächstfolgenden Lage aus. Die Intercellularsubstanz ist entschieden nicht reichlicher als im eigentlichen Wirbelcentrum, dagegen zeigen die Zellen in so fern einen Unterschied, als sie mehr abgeplattet erscheinen und bis gegen die Peripherie hin eine mehr concentrische Anordnung zeigen. Das Protoplasma ist schwach granulirt. Die Abplattung der Zellen nimmt gegen die Peripherie hin immer mehr zu und erreicht ihren höchsten Grad in dem Intervertebralligament, der dunklen Schicht, die sich rings um den Intervertebralknorpel lagert. Die Zellen werden so platt und lagern so dicht aneinander (Fig. 5 u. 6 *c*), dass es nur mit Mühe gelingt, in dem auch hier mehr oder minder concentrisch geschichteten Gewebe die einzelnen zu unterscheiden. Die Intercellularsubstanz ist nur in einem ausserordentlich

geringem Masse vorhanden, das Zellprotoplasma aber, wie in der äusseren skelettbildenden Schicht ausserordentlich stark granulirt. An der äussersten Peripherie des Intervertebralligaments werden diese abgeplatteten Knorpelzellen allmählig spindelförmig, senden Ausläufer aus, kurz, werden zu Bindegewebszellen und verlieren sich im Fasergewebe der Umgebung. Dies Bindegewebe ist das Aequivalent des Periostes der Wirbelkörper, welches sich als häutige Umhüllung des Rückenmarks (Fig. 5 *d*) erhebt. Es frägt sich nun, wie sich im *spatium intervertebrale* die Gewebe weiter entwickeln. Es ist einleuchtend, dass das aufgelockerte centrale Gewebe später als *nucleus pulposus* sich darstellt, ob aber als Theil desselben oder ganz, darüber vermögen wir diesmal keine endgültige Entscheidung zu treffen. Ersteres ist uns am wahrscheinlichsten und wir möchten glauben, dass die Auflockerung bis zur Grenze der dunklen Schicht fortschreitet, welches Gewebe dann mit dem Aequivalent des Periostes, das nicht besonders trennbar ist, den *annulus fibrosus* bildet.

Wenden wir uns nun nach diesen allgemeinen entwickelungsgeschichtlichen Betrachtungen dem Bau der einzelnen Segmente der Wirbelsäule und zwar zunächst des Menschen zu, so sehen wir, um mit der hintersten Abtheilung, den Schwanzwirbeln, zu beginnen, dass die beiden letzten Wirbel, deren Entwickelung aller Wahrscheinlichkeit nach sich wie die der hintersten Wirbel des Schweines verhält, niemals irgend welche Spur von Fortsätzen zeigen und sich mit je einem Knochenkern entwickeln, der also eigentlichen Wirbelkörper und äussere skelettbildende Lage ohne nachweisbare Trennung im Ossificationsstadium ergreift. Wir haben es nur mit bleibenden Wirbelkörpern zu thun. Anders dagegen stellt sich das Verhältniss bei den beiden ersten heraus. Wir wollen die einzelnen Theile so beschreiben, als ob die Wirbelsäule horizontal läge und man braucht dann nur den Ausdruck oben in hinten, unten in vorne, hinten in unten, vorne in oben, zu verwandeln, um die richtigen Lagebezeichnungen zu bekommen. Wir handeln so im Interesse der Darstellung der Lageverhältnisse bei den übrigen Wirbelthieren. An dem zweiten lässt sich zuweilen in Gestalt eines kleinen Höckers, der vorne, aussen an der Seitenfläche des Wirbelkörpers sitzt, die erste Andeutung eines *processus lateralis* entdecken und ein ähnlicher vorne und an der Dorsalfläche befindlicher stellt sich als das Rudiment einer Neurapophyse heraus. Viel deutlicher und constanter, jedoch mit Bezug auf die Ausbildung in ziemlich weiten Grenzen schwankend, treten diese Fortsätze an dem ersten Schwanzwirbel hervor. Der Seitenfortsatz (Fig. 10 *f*) mit der Basis der Neurapophyse und der Seitenfläche des Körpers in Verbindung stehend, erreicht eine ziemliche Länge und Breite und zeigt sich mit seiner Spitze etwas vor- und abwärts gekrümmt, wie wir es so häufig an

den Seitenfortsätzen derjenigen Thiere finden, die an die Stelle der Hämapophysen treten, welche beim Menschen am Schwanze auch nicht in Rudimenten nachweisbar sind. Der Bogen (Fig. 10 *g*) ist schon in besserer Entwickelung in Gestalt der *cornua coccygea* vorhanden, deren Spitzen man wohl als Rudimente der Gelenkfortsätze anzusehen berechtigt ist. Sie sind dadurch in ihrer Gestalt modificirt, dass dieselben sich ein wenig über das Niveau der Oberfläche des Wirbelkörpers erheben und nach vorne in die Länge gewachsen sind. Bei starker Entwickelung haben sie eigene Ossificationspunkte wie die übrigen Neuralspangen, sonst entwickeln sich auch die ersten Steisswirbel mit einem Verknöcherungspunkt. Ein Verschluss des Bogens findet sich niemals, es ist nur der aufsteigende Theil desselben vorhanden.

Auch unter den Kreuzbeinwirbeln zeichnen sich die beiden letzten dadurch aus, dass ihre Bogen sich nicht schliessen. Die Körper derselben haben nur geringe Höhe, nehmen dagegen nach vorne hin beträchtlich im transversalen Durchmesser zu, auch wachsen sie etwas im Längendurchmesser. Die Neurapophysen entspringen mit breiter Basis an der Grenze der oberen und seitlichen Fläche des Körpers und an letzterer selber, verschmälern sich dann, wenden sich hinten, weniger vorne, immer mehr nach aussen, steigen auf und biegen dann in ziemlich horizontaler Krümmung nach innen um, um sich an den drei ersten Wirbeln zu schliessen. An der Stelle, wo die Umbiegung gegen die Mittellinie Statt hat, finden sich hier wie überall die Gelenkfortsätze und helfen mit den Einbiegungen des nächstliegenden Theils der Neuralspangen und mit den Basen derselben, die hinteren Kreuzbeinlöcher bilden. Sie constituiren die innere Wand. Die Wirbelsäule, horizontal gedacht, decken die hinteren wie bei allen Wirbelthieren mit Ausnahme der meisten Fische die vorderen, jedoch ohne Gelenke zu bilden. Sie verschmelzen mit einander. An den hinteren Wirbeln liegen beide in gleichem Abstande von der Mittellinie und sind nur kleine stumpfe Höcker, an den vorderen nehmen sie dagegen an Länge zu und der vordere *processus articularis* rückt dabei immer weiter nach aussen. Durch die starke Ausbiegung des aufsteigenden Theils des Bogens der vorderen Kreuzbeinwirbel und durch die Zunahme der Wirbelkörper kommt eine beträchtliche Verbreiterung in dieser Gegend zu Stande und zugleich eine starke Erweiterung des *canalis spinalis* im transversalen Durchmesser, die dann nach hinten hin einer Verschmälerung, einer keilförmigen Zuspitzung des Kreuzbeins Platz macht. Die geschlossenen und mit einander verschmolzenen Bogen tragen kurze Dornen, die bekannten *processus spinosi spurii*, die unter einander zu einem unregelmässigen Kamme verschmelzen können. Allein auch die Gelenkfortsätze zeigen hier zum ersten Male Fortsätze und zwar sowohl *processus musculares*, den hinteren angehörig, wie namentlich

mamillares auf den vorderen sitzend. Sie verschmelzen aber wie die *processus obliqui* mit einander zu mehr oder minder starken Höckern (Fig. 10 *b*), die wir mit dem Namen *processus obliquomamillares* belegen möchten. Sie treten naturgemäss an der Innenseite der hinteren Kreuzbeinlöcher auf. Der hintere *processus articularis* des letzten Kreuzwirbels bildet die Spitze des *cornu sacrale*, an dem jedoch keine Fortsätze deutlich werden. Diese nehmen erst gegen die ersten Sacralwirbel an Stärke zu. Der vordere Gelenkfortsatz des ersten ist frei, seine Gelenkfläche medianwärts nach unten abfallend, und er trägt zuweilen auf der einen, zuweilen auf beiden Seiten, zuweilen aber auch kaum nachweisbar einen *processus mamillaris*. Die Seitenfortsätze nehmen, wie die Körper von hinten nach vorne immer mehr an Länge, Höhe und Breite zu und sie bedingen ausser den früher erwähnten Momenten hauptsächlich, die Keilgestalt des *os sacrum*. Sie entspringen an der ganzen Basis der Neuralspangen, hinten sich nur an dieselbe haltend, vorne dagegen bis zur Basis der *processus articulares* an dem Bogen emporsteigend und sind lateralwärts gewandt, zu gleicher Zeit aber etwas nach unten hin gekrümmt. Gleich nach ihrem Ursprung zeigen dieselben eine Verschmälerung, eine halsartige Einschnürung, die an den vorderen Wirbeln immer ausgedehnter wird und dann einer starken Verbreiterung Platz macht, die ebenfalls nach vorne hin immer mächtiger wird. Diese verbreiterten Enden sind mit einander verschmolzen, und vorzugsweise die beiden ersten, wie wir es auch bei anderen Wirbelthieren sehen, tragen auf ihrem Ende den Beckengürtel. Die Einschnürungen dagegen helfen mit den Verbreiterungen die *foramina sacralia* bilden. An diesen Verbreiterungen der *processus laterales* zeigen sich an der äusseren Begrenzung der hinteren Kreuzbeinlöcher mehr oder minder deutlich Erhebungen, die *processus accessorii spurii* (Fig. 10 *a*). Sie nehmen immer an der Hinterseite der Wirbelfortsätze ihren Ursprung. Während die *processus laterales* der drei hinteren Kreuzwirbel nie eine Andeutung des Zerfalls in zwei Querfortsätze zeigen, ist dies dagegen in einer frühen Lebensperiode immer der Fall, im erwachsenen Zustande freilich ist jede Trennungsgrenze verschwunden. Es treten in denselben zwei Ossificationspunkte auf, die später mit einander verschmelzen. Der Fortsatz, der als das Homologon des unteren Querfortsatzes anzusehen ist, entspringt an der Seitenfläche des Wirbelkörpers (Fig. 11 *a*) mit schmaler Basis, verbreitert sich dann flügelförmig und lehnt sich an den oberen an, der breit an der Basis der Neurapophyse bis dicht unter dem vorderen Gelenkfortsatz entspringt, während er dann mehr zugespitzt endet (Fig. 11 *b*). Dieser untere Querfortsatz ist als Rippe in Anspruch genommen worden, allein unserer Ansicht nach aus folgenden Gründen mit Unrecht. Einmal finden wir in der gesammten Wirbelthierreihe niemals eine Unter-

brechung in der Aufeinanderfolge der Rippen. Diese treten nicht plötzlich an einer Stelle auf, um dann zu verschwinden und an einer anderen Stelle wieder aufzutauchen, und dies müsste hier der Fall sein, denn an den Lendenwirbeln lassen sich keine Rippen oder Rippenrudimente nachweisen, höchstens unter abnormen Verhältnissen am ersten. Dann lässt sich noch als Grund gegen die Annahme von Rippen am Kreuzbein der Umstand anführen, dass bei den meisten Wirbelthieren der Beckengürtel niemals durch Rippen oder Rippenrudimente getragen wird. Hämapophysen sind am Kreuzbein niemals nachweisbar, es wäre denn, dass als solche die exostotischen Wucherungen, die in seltenen Fällen am Promontorium beobachtet sind, anzusehen wären. Leider standen uns keine entsprechenden Präparate zur Disposition.

Die Körper der Lendenwirbel gewinnen namentlich gegenüber den flachen Kreuzwirbeln allmählig beträchtlich an Höhe, und da die Bogen keine entsprechende Verbreiterung ihrer Basis erfahren, so entspringen dieselben nicht an der Seitenfläche des Körpers, sondern an der Grenze der oberen und seitlichen Fläche im frühen Lebensalter von ihnen durch eine Epiphysenfuge getrennt. Die Basis erstreckt sich über die ganze Länge des Wirbelcentrums, später mit demselben eine Masse bildend. Die Neurapophysen steigen steil in die Höhe, die hinteren zuerst ein wenig nach aussen gekrümmt, jedoch nicht so stark wie an den Sacralwirbeln und biegen dann, nachdem sie sich höher als am Kreuz erhoben, in starker Krümmung gegen die Mittellinie um, um dort mit einander zu verschmelzen. Gleich oberhalb der Basis zeigt auch hier der Bogen eine Einschnürung, hinten stärker als vorne zur Bildung der Intervertebrallöcher, die dann nach oben hin durch die Gelenkfortsätze, nach unten durch die Basen abgeschlossen werden. Die *processus articulares* erheben sich hier wie an allen übrigen Körperregionen an der Umbiegungsstelle und erstrecken sich nach hinten und vorn. Der hintere liegt der Medianlinie näher, als der vordere, ihre Gelenkflächen sind nach unten und innen geneigt. An der Vereinigungsstelle der beiden Bogenhälften erheben sich dann die bekannten seitlich abgeplatteten Dornen. Dadurch, dass die verbreiterten Basen der Neuralspangen zur Bildung des bleibenden Wirbelkörpers beitragen, gewinnt es den Anschein, als ob dieselben mehr vorne, oben vom Körper entsprängen. Die *proc. obliqui* zeigen auch hier Fortsätze und zwar die hinteren, jedoch mehr an den letzten Lendenwirbeln, *processus musculares* (Fig. 10 *d*), die vorderen dagegen namentlich stark an den ersten entwickelte *processus mamillares* (Fig. 10 *c*), die sogar im Pubertätsalter, ebenso wie die Dornen eine eigene Epiphyse bekommen. Die Neuralspangen bilden, abgesehen von den *foramina intervertebralia*, keinen vollständig geschlossenen Rückenmarkskanal, sondern er ist zwischen ihnen zugänglich, da sowohl hinten, wie vorne zwi-

schen den Gelenkfortsätzen, wie wir es bereits bei anderen Wirbelthieren gesehen, Ausschnitte sich zeigen, die durch die gerade aufrechtstehenden Dornen nicht gedeckt werden. Die Seitenfortsätze sind in so fern von höchstem Interesse, als dieselben einmal einen allmähligen Uebergang gegen die Kreuzwirbel, dann einen solchen gegen die Brustwirbel hin zeigen. Waren sie dort über die ganze Basis der Bogenhälften bis etwas unterhalb der vorderen Gelenkfortsätze, ja über die ganze Seitenfläche der Wirbelkörper ausgedehnt so sehen wir den des letzten Lendenwirbels, mindestens über die Seitenfläche der Neuralspangen bis an die Basis der vorderen Gelenkfortsätze, nicht selten jedoch auch noch eine Strecke über die Seitenfläche des Wirbelcentrums ausgedehnt. Selbst durch eine am Ende auftretende starke Auftreibung kann die Form an die der Kreuzwirbel erinnern. Gewöhnlich ist er nur auf den Bogen beschränkt und endet mehr oder minder stumpf, kegelförmig, gewöhnlich etwas nach unten und vorne gebogen. Von dem Mamillarfortsatz ausgehend und nach hinten und etwas nach aussen verlaufend, erstreckt sich über die Oberfläche des Ursprungs des *processus lateralis* eine Leiste, die sich entweder wie gewöhnlich allmählig verliert oder in ein kleines nach hinten gerichtetes Höckerchen den *processus accessorius* (Fig. 10*e*) übergeht, der sein Homologon dann in den stärkeren Höckern am Kreuzbein hat. An den folgenden Lendenwirbeln verschmälert sich dann die Basis der Seitenfortsätze mehr und mehr, dagegen nimmt die Länge am vorletzten etwas zu, um dann bis zum ersten hin auch in dieser Beziehung abzunehmen. Sie platten sich dann auch etwas von oben nach unten ab. Sie weichen nach vorne hin immer mehr von dem Ursprung der Bogen am Körper zurück, behalten dagegen ihre Lage zu den Gelenkfortsätzen etwas nach hinten und unten von den vorderen bei. Die Leiste zur Verbindung mit dem Mamillarfortsatz wird an den vorderen Wirbeln immer höher und dabei nimmt auch der *accessorius* an Stärke zu, hebt sich von dem Seitenfortsatz ab, richtet sich in die Höhe und kommt mit dem *processus mamillaris* durch eine Richtungsänderung der Gelenkflächen der *processus obliqui* an der Basis der Seitenfortsätze zu sitzen (Fig. 9*d, e, f*), während diese allmählig beträchtlich an Länge abnehmen. Ueber die Vorderfläche der *processus laterales* von der Ansatzstelle des Bogens an dem Körper ausgehend, sieht man eine nach aussen allmählig verschwindende seichte Furche verlaufen, wie wir sie bei so vielen, namentlich niederen Wirbelthieren auftreten sehen, die Andeutung eines Zerfalls des Seitenfortsatzes in Querfortsätze und Rippen, ja am ersten Lendenwirbel kann sogar noch eine quere Spaltung, eine wirkliche Rippenbildung, hinzutreten.

Was die Brustwirbel betrifft, deren Körper im Höhen-, Längen- und

Breitendurchmesser von den hinteren bis zu den vorderen allmählig abnehmen, so zeigen die Basen der Neurapophysen dem entsprechend eine allmählige Dickenabnahme. Sie gehen steil in die Höhe, neigen sich aber allmählig etwas nach vorn. Auch hier verschmelzen sie später mit dem Wirbelkörper und rücken wegen der successiven Abnahme der Gewebe der *spatia intervertebralia* nach vorne hin immer näher an einander und an den vordersten stehen die hinteren Enden derselben etwas nach aussen von den vorderen und sind dabei höckerartig verdickt. Diese Höcker dienen als Träger der Rippen des nächstfolgenden Wirbels und zeigen die obere, grössere halbe *fossa costalis vertebralis.* An den beiden ersten Brustwirbeln neigt sich der aufsteigende Theil der Bogen wie am Kreuzbein etwas nach aussen, zu gleicher Zeit hat er allmählig an Höhe verloren und dadurch rücken die Gelenkfortsätze, die am Ende entspringen, dem Körper immer näher. Die Neuralspangen, die nach innen umbiegen und die Bögen schliessen, umschliessen fast vollkommen den Rückenmarkskanal, namentlich mit Hülfe der dachziegelförmig übereinander greifenden Dornen, die auch hier in den Pubertätsjahren eine eigene Epiphyse bekommen (Fig. 13 *c*). Die *processus articulares* bieten in sofern Abweichungen von denen der Lendenwirbel dar, als ihre Gelenkflächen mehr in horizontaler Ebene gelagert sind und dass dieselben sich näher den Basen der Neurapophysen erheben. Dadurch kommt die obere Fläche der seitlichen Wirbelelemente allmählig im Niveau derselben zu liegen. Diese Richtungs- und Lagenänderung der Gelenkfortsätze hat dann die Folge, dass die Mamillarfortsätze von ihnen gleichsam abgedrängt werden und sich mit den seitlichen Elementen, mit denen sie schon durch eine Leiste eng verbunden waren, vereinigen. Wir wissen nun aber, dass die Seitenfortsätze der Lendenwirbel allmählig an Länge abnehmen; ferner sehen wir, dass der des letzten Brustwirbels in Rippe und Querfortsätze zerfällt und zwar so, dass der grösste Theil der Seitenfortsätze die Rippe bildet, und so kann es uns nicht wundern, wenn an dem Rest des Seitenfortsatzes die beträchtlich entwickelten *processus mamillares* und *accessorii* überwiegen. Die Trennung ist in dem Richtungsverlauf der Furche an der Vorderfläche der Seitenfortsätze vor sich gegangen und die unteren Massen sind dann in die weit überwiegende Rippe und die Parapophyse zerfallen, während die oberen den oberen Querfortsatz bilden, an dem aber die beiden oben genannten Höcker die Hauptrolle spielen. Der *processus transversus superior* ist ausserordentlich kurz und zeigt ausserdem einen kleinen nach unten und hinten gewandten Höcker, der der Rippe entgegengewandt, zu dieser von allen Hervorragungen die innigsten Beziehungen hat, trotzdem er integrirender Bestandtheil des oberen Querfortsatzes ist. Es ist das der *processus costarius.* Die Rippe lehnt sich an den beiden letzten Brust-

wirbeln freilich noch nicht direct an denselben an. Das ist erst an den folgenden der Fall, bei denen das *tuberculum costae*, die dem oberen Querfortsatz entsprechende Abtheilung der Rippe mit ihm articulirt. Schon am vorletzten Brustwirbel wächst der ausserordentlich kurze obere Querfortsatz aus, und das nimmt an den folgenden zu, und dabei treten dann die einzelnen Höcker an die Spitze desselben, so dass der *proc. costarius* (Fig. 9 *b*) nach unten, der *accessorius* (Fig. 9 *c*) nach hinten, der *mamillaris* (Fig. 9 *a*) nach vorn gewandt ist. Die beiden letzten nehmen bis zum ersten Brustwirbel an Stärke ab und sind nur als schwache Auftreibungen nachweisbar, der Erste dagegen, der an dem letzten Brustwirbel ausser directem Connex mit der Rippe als ein Höckerchen sich geltend machte, wird kleiner am darauf folgenden und ist am drittletzten nur an der *fossula transversalis* kenntlich, zeigt sich aber im jugendlichen Alter viel deutlicher als eigene Epiphyse, die sich zwischen die beiden anderen Höcker schiebt und auf die Unterfläche übergreift (Fig. 13 *a*). Dadurch nun, dass an den vorderen Brustwirbeln die aufsteigenden Theile des Bogens sich allmählig mehr nach aussen neigen und somit auch, namentlich die vorderen am weitesten lateralwärts stehenden Gelenkfortsätze noch weiter nach aussen gelagert werden, ist es bedingt, dass diese letzteren sich immer mehr der Spitze des *processus transversus superior* an der Vorderseite nähern und der dort befindliche Höcker der *mamillaris* an die Basis derselben heranrückt, ohne jedoch zunächst dieselbe zu erreichen. Der untere Querfortsatz, der im Pubertätsalter zuweilen seine eigene Epiphyse bekommt, und der durch die Spaltung des Seitenfortsatzes zu Stande kommt und mit Rücksicht auf die Entwicklungsgeschichte wahrscheinlich ein nachträglich dem *capitulum costae* entgegengewachsenes Höckerchen repräsentirt, rückt an den beiden letzten Brustwirbeln an der Basis der Neuralspangen nicht völlig an den vorderen Rand derselben, respective des Wirbelkörpers, den sie bilden helfen, sondern tritt an dem vorderen Theil der Seitenfläche auf und ist hier deutlicher als weiter nach vorne. Hier findet er sich am vorderen Rande und tritt sehr zurück gegenüber dem höckerartigen Vorsprung der nächst vorhergehenden Neurapophysenbasis, mit dem er durchaus nicht zu verwechseln ist. An den vorderen Brustwirbeln ist in den meisten Fällen keine Spur desselben vorhanden und die Rippe articulirt dann im frühen Alter direct mit der Basis der Neuralspangen, später mit dem Wirbelkörper, in sofern als ein Theil des Bogens denselben constituirt. Was die Rippe betrifft, deren *capitulum* wie überall mit dem unteren Querfortsatz, wo er vorhanden, articulirt, so ist vergleichend anatomisch das mit der Spitze des *processus transversus superior* und zwar mit dem dort befindlichen Costalhöcker articulirende *tuberculum costae* wichtig, welches nach aussen ein *tuberculum accessorium* durch eine Furche getrennt aufweist. Dieses ist

auf seiner Oberfläche zuweilen selber gefurcht (Fig. 7 *g*) und nimmt an den sieben wahren Rippen nach vorn hin bis zur zweiten an Stärke zu. Wir sind demselben ja unter Anderm auch bei den Schlangen begegnet. Nach hinten oben anfänglich gewandt, wendet es sich an den vorderen Rippen etwas mehr nach vorn. Von Hämapophysen ist an sämmtlichen Brustwirbeln nichts zu entdecken.

Gehen wir nun zur Betrachtung der Halswirbel und zwar zunächst der hinteren fünf über (den beiden ersten wollen wir eine besondere Aufmerksamkeit schenken), so sehen wir die Körper derselben in transversaler und verticaler Richtung an Durchmesser abnehmen und wenn dasselbe auch mit den Basen der beiden Bogenhälften, die auch hier von dem erwachsenen Wirbelkörper aufgenommen werden, der Fall ist, so doch nicht in demselben Masse, und so sehen wir diese nicht blos die Grenze der oberen und seitlichen Wirbelkörperfläche einnehmen, sondern auch letzterer in voller Ausdehnung anhaften. Der aufsteigende Theil der Neurapophysen ist stark nach aussen geneigt, an den hinteren mehr wie an den vorderen, und dadurch wird der *canalis spinalis* im transversalen Durchmesser hinten sehr erweitert. Er biegt dann nach oben und medianwärts um und schliesst sich an den der anderen Seite. An der Grenze der Umbiegung finden sich die *processus articulares,* die aber mit ihren Flächen nicht länger horizontal stehen, sondern nach abwärts und vorne geneigt sind. Die Neurapophysen schliessen den Spinalkanal nicht völlig, es kommen oben zwischen ihnen Lücken zum Vorschein, die aber nicht rautenförmig wie an den Lendenwirbeln gestaltet sind, sondern mehr Querspalten repräsentiren. Die Intervertebrallöcher kommen auch hier durch eine Verschmälerung oberhalb der Basen der Bogenhälften und durch das Uebergreifen der hinteren über die vorderen Gelenkfortsätze zu Stande. Der starke Höcker, den wir an den Lenden und Brustwirbeln hinten an der Basis der Bögen auftreten sahen, ist verschwunden, dagegen macht sich vor- und medianwärts ein scharfer Grat bemerklich, der über den hinteren Theil der Basis der nächstvorhergehenden Neuralspange hinübergreift. Es ist das der Vorsprung, der im erwachsenen Zustande von der Seitenfläche des Wirbelkörpers entspringt und den nächstvorhergehenden umfasst (Fig. 8 *g*). Die Dornen der Halswirbel sind bekanntlich gespalten und bekunden dadurch ihren symmetrischen Ursprung. Von den Gelenkfortsätzen zeigen die hinteren auf ihrer Oberfläche ziemlich stark entwickelte *processus musculares* (Fig. 3 *a*), die sich zuweilen auch schon an den beiden vorderen Brustwirbeln geltend machen, während an den vorderen *processus obliqui* an deren Spitze undeutlich als stumpfe, niedrige Höcker *processus mamillares* auftreten (Fig. 8 *f*). Eine Ausnahme bildet der letzte Halswirbel, wo letzterer Fortsatz an der Basis des Gelenkfortsatzes sitzt (Fig. 8 *h*). An dem aufsteigenden Theil der Neuralspangen

von der Basis derselben bis zum Grunde der Gelenkfortsätze, etwas unterhalb dieser erhebt sich der Seitenfortsatz, der aber in einen oberen und unteren Querfortsatz getheilt ist, welche mit einander durch eine Brücke, einen *processus costarius* verbunden sind und somit überall ein geschlossenes *foramen intertransversarium* bilden. Die Brücke sieht nach unten wie der Costalfortsatz an der Brust. Der Seitenfortsatz des letzten Halswirbels hat für uns dadurch ein erhöhtes Interesse, dass derselbe unter Umständen eine freie Rippenbildung aufweisen kann. Diese Rippe liegt wesentlich in derselben Ebene, wie die übrigen und das entwicklungsgeschichtliche Substrat ist ein selbständiger Verknöcherungspunkt in der Verbindungsmasse zwischen oberem und unterem Querfortsatz, von der Luschka sagt[1]), dass dieselbe im knorpeligen Stadium schon abgegliedert sei. Ist dieses richtig, dann haben wir es mit einer wirklichen Rippe zu thun, welche von dem eigentlichen Wirbel abgetrennt werden muss. Jedenfalls verschmilzt dieser selbständige Knochen (Fig. 12*e*) unter normalen Verhältnissen später auch mit den Querfortsätzen zu einer continuirlichen Masse (Fig. 8*e*). Haben wir es mit einer Rippe und nicht wie an den übrigen Halswirbeln mit einem *processus costarius*, der zu der Rippe in inniger Beziehung steht, aber integrirender Bestandtheil des eigentlichen Wirbelsegments ist, zu thun, dann nähert sich der Mensch in dieser Beziehung wieder den Monotremen und dem Faulthier, die wirkliche Halsrippen besitzen, während sie den übrigen Säugern fehlen. An den übrigen Halswirbeln ist wie gesagt keine Spur einer Rippe oder eines Rippenrudiments vorhanden, sondern es tritt nur ein *processus costarius* auf, und dieser geht als Bestandtheil des oberen, von ihm aus verknöchernd, brückenförmig zum unteren Querfortsatz. Wäre dieser Fortsatz jemals selbständig, wüchse er aus und gliederte sich, sei es im frühen Alter oder später, entweder vollkommen oder durch eine eigenthümliche Zellenanordnung von den Querfortsätzen ab, dann müsste man ihn als Rippe und nicht als *processus costarius* bezeichnen. Es wäre von hohem Interesse, auf eine solche Gliederung sein besonderes Augenmerk zu richten. Die oberen Querfortsätze stehen wegen der allmähligen Höhenabnahme des aufsteigenden Bogentheils und des daraus resultirenden Tiefstandes der Gelenkfortsätze, unterhalb deren sie entspringen, tiefer als an der Brust und sind zugleich kürzer. Der *processus mamillaris* rückt am letzten Halswirbel an die Basis des vorderen *proc. obliquus* (Fig. 8*h*) an den folgenden aber auf denselben (Fig. 8*f*), der *processus accessorius* (Fig. 8*b*) nimmt dagegen als *tuberculum posterius* die Spitze des oberen Querfortsatzes ein. Der untere Querfortsatz oder die Parapophyse gewinnt am letzten Halswirbel eine beträchtliche Mächtigkeit und ent-

1) Die Halsrippen und die *ossa suprasternalia* des Menschen.

springt mehr an der Seitenfläche der Basis der Neuralspangen und nimmt bis zum dritten allmählig an Länge zu (Fig. 12*c*), wodurch dann die *processus costarii* nach vorne hin immer steiler zu stehen kommen. Bei einer Rippenbildung am siebenten Halswirbel kann zuweilen der obere Querfortsatz durchbohrt sein (Fig. 14 *b*).

Von den beiden ersten Halswirbeln verhält sich der *epistropheus* mit Bezug auf den hinteren Theil seines Körpers ganz wie die übrigen Halswirbel, während dagegen auf seiner vorderen Fläche mit breiter Basis aufsitzend der Körper des ersten Halswirbels theilweise als *dens* sich erhebt. Dieser ist anfänglich durch eine Epiphysenfuge abgetrennt. Die Basis desselben ist wie gesagt ausserordentlich verbreitert, breiter als der Körper der übrigen Halswirbel und lehnt sich daher theilweise an die Vorderfläche des Bogens des *epistropheus* an (Fig. 12*f*) und verschmälert sich dann zu dem eigentlichen Zahn. Der Körper des *epistropheus* ist länger, als der der übrigen Halswirbel und dem entsprechend auch die Basis der Neurapophysen, die an der seitlichen bis zur Grenze der oberen Fläche entspringen, verdickt, die sich dann erst aber nur hinten verschmälert, um das *foramen intervertebrale* zu bilden. Sie steigt steiler in die Höhe als an den übrigen Halswirbeln, um darauf in einem Bogen auf- und medianwärts weiter zu verlaufen. An der Umbiegungsstelle findet sich ein hinterer, ebenso wie die übrigen gestalteter Gelenkfortsatz mit einem *processus muscularis*, während dagegen der vordere vollkommen fehlt. Der Dorn ist wie bekannt stark entwickelt und gespalten. Der Seitenfortsatz rückt auch hier bis unter den *processus articularis*, geht aber nicht so tief wie an den nächstfolgenden Wirbeln an der Basis der Neurapophyse herunter. Er spaltet sich und während somit der obere Querfortsatz in derselben Höhe wie die übrigen liegt, ist der untere und sonach auch das *foramen intertransversarium* höher gestellt als an den übrigen Halswirbeln. Der obere Querfortsatz ist ein dünner, nach aussen und hinten sehender Fortsatz, dessen Spitze schnabelförmig zum *processus costarius* umgebogen ist, der sich dann mit dem unteren sehr kurzen *proc. transversus* vereinigt. An der Mitte der Unterfläche des Körpers des *epistropheus* tritt zuweilen eine schwache Längsleiste, die einzige Andeutung einer Hämapophyse auf, die erst am *atlas* eine grössere Ausbildung erlangt.

Der Körper des *atlas* ist also wenn auch erst im Laufe der Entwicklung von demselben getrennt und mit dem Centrum des nächstfolgenden Wirbels verwachsen und damit haben wir das interessante Beispiel der vollkommenen Trennung des eigentlichen Wirbelkörpers und der äusseren Belegschicht, ersteren durch den *dens epistrophei*, letztere durch die beiden Bogen des *atlas* repräsentirt. Bei den übrigen Wirbeln liess sich ja nur zu einer bestimmten Periode im Zustande der Verknorpelung und

selbst da nicht scharf eine Trennung zwischen den beiden typischen Bestandtheilen nachweisen, während dann bei eintretendem Verknöcherungsprocess Theile der äusseren Belegschicht zu Bestandtheilen des bleibenden Wirbelkörpers im grösseren oder geringeren Grade werden. Hier entwickeln sich jedoch beide anfänglich auch zusammengehörende Theile für sich und es ist das einzige Beispiel der vollkommenen Trennung bei höheren Wirbelthieren ausser der Klasse der Fische. Da wir nun wissen, dass die äussere skelettbildende Lage bei den allermeisten Wirbelthieren rings um das eigentliche Wirbelcentrum herumgeht, so ist es durchaus natürlich, dass der *atlas* die Gestalt eines vollkommen geschlossenen Ringes hat. Der *arcus posterior* repräsentirt dann die Neurapophysen, der *arcus anterior* die Hämalspangen, das *tuberculum posterius* die *spina neuralis*, das *tuberculum anterius* die *spina haemalis*. Was die Neurapophysen betrifft, so sehen wir deren Basen gerade wie beim *epistropheus* aussorordentlich verdickt. Sie entspringen seitwärts. Liegen nun aber an den übrigen Halswirbeln die verdickten Basen wegen der geringen Massen der *spatia intervertebralia* dicht an einander, so ist das in erhöhtem Masse mit denen der Bögen der beiden ersten der Fall, so dass dieselben sich fast bis zu dem Punkte berühren, wo die Spangen nach innen hin umbiegen, wo also eigentlich die Gelenkfortsätze auftreten sollten. Diese fehlen dem *atlas* vollständig, dagegen hat das innige Aneinanderliegen der Basen beider Wirbel zur Folge, dass dieselben mit einander durch breite überknorpelte Gelenkflächen articuliren. Man kann diese zwar mit dem Namen Gelenkfortsätze belegen, wie wir es fernerhin thun werden, nur muss man sich erinnern, dass es Analoga, aber keine Homologa der übrigen *processus articulares* sind. An allen übrigen Wirbeln schliessen nun die Neurapophysenbasen nach unten hin die *foramina intervertebralia* ab und oberhalb derselben treten also die peripherischen Nervenstämme heraus. Dehnen sich nun diese Grundmassen aus, wie bei den ersten Wirbeln, so ist es natürlich, dass die Nerven mit in die Höhe gedrängt werden, und so sehen wir denn wie Nerven oberhalb der Gelenkfortsätze der Drehwirbel heraustreten. Dies scheint nach dem ersten Blick eine principielle Abweichung von dem Verhalten an sämmtlichen übrigen Wirbeln zu bedingen, allein dem ist nicht so, wie aus dem Vorhergehenden erhellt. Die Nerven treten eben überall unter den Gelenkfortsätzen aus dem Rückenmarkskanal heraus. Diese fehlen nun aber gänzlich an der Vorderseite des Epistropheus, und überall am Bogen des *atlas*, allein die Analoga dieser Fortsätze, die Gelenkflächen der Basen, reichen nicht bis zu der Stelle empor, wo dieselben sich gesetzmässig finden sollten, nämlich an der Umbiegungsstelle des Bogens nach innen, und so sehen wir, da die Nerven dicht an die Basen der Neurapophysen heraustreten, dass auch hier dieselben unterhalb der eigentlichen Ge-

lenkfortsätze oder der Stelle, wo sie sitzen sollten, zum Vorschein kommen. Somit bieten diese Drehwirbel keine principiellen Differenzen dar. Haben wir nun keine eigentlichen Gelenkfortsätze, so kann es uns auch nicht Wunder nehmen, wenn die *processus mamillares* den ersten Halswirbeln fehlen. Auch das Homologon des *processus muscularis* fehlt dem *atlas.* Da die Basis der Neurapophyse des *atlas* von allen den grössten Durchmesser besitzt, so erklärt sich daraus, wie der Seitenfortsatz weiter nach aussen zu liegen kommt, wie an den übrigen Halswirbeln. Derselbe ist übrigens ebenso wie die anderen in einen oberen und unteren Querfortsatz und in einen *processus costarius* getheilt. Ersterer ist der stärkste, entspringt an der oberen Grenze der Verdickung der Neuralspange und trägt ebenfalls an seiner etwas verdickten Spitze einen etwas nach vorne gerückten *processus accessorius.* Er wendet sich gerade nach aussen und schickt nach unten und innen den sehr kleinen Costalfortsatz, der sich dann mit dem unteren Querfortsatz verbindet; dieser ist ein sehr unbedeutendes kleines Höckerchen, entspringt aber in derselben Ebene wie der obere *processus transversus* und demnach sieht das *foramen intertransversarium* gerade nach hinten und vorne. Der vordere Bogen repräsentirt also die Hämapophysen und zwar aus dem Grunde, weil er einmal ein Bestandtheil der äusseren skelettbildenden Schicht ist, und dann an der Unterfläche des eigentlichen Wirbelcentrums mit dem *arcus superior* in continuirlicher Verbindung haftet. Seine Zusammensetzung aus zwei symmetrischen Theilen bekundet sich durch die gewöhnlich zu zweit vorhandenen symmetrischen Ossificationspunkte. Das *tuberculum anterius* kann dann nur der untere Dorn sein.

Quadrumana. Die Wirbelsäule eines noch jungen *troglodytes gorilla* stimmte fast ganz mit der des Menschen überein. An dem Seitenfortsatz des siebenten Halswirbels war vermittelst einer dünnen Knochenspange, die ganz die Richtung eines Rippenhalses hatte, ein *foramen costotransversarium* gebildet; etwas Aehnliches findet sich auch bei manchen menschlichen Skeletten. Der *processus lateralis* gehört an den Lendenwirbeln wie beim Menschen nur dem Bogen an. Die *processus mamillares* und *accessorii* waren ebenfalls vorhanden, jedoch letztere schwächer als beim Menschen, was indessen wohl nur auf die Jugend des betreffenden Individuums zu schreiben war.

Die Gattungen *pithecus* und *hylobates* verhalten sich ebenfalls noch ganz ähnlich, denn auch hier stehen die Seitenfortsätze an den Lendenwirbeln noch auf den Bögen, jedoch sind sie bei *hylobates* dem Körper schon näher gerückt, ja bei *hylobates Leuciscus* stehen sie fast schon auf der Grenze zwischen Körper und Bogen. Das zu Gebote stehende Skelett von *hylobates Lar* war allerdings noch ziemlich jung und konnte hierauf

der hohe Stand der *processus laterales* auf den Bögen auch mit zurückzuführen sein. In Bezug auf Form und Richtung verhielten diese Fortsätze sich noch ganz wie beim Menschen, nur waren sie selbst vielleicht etwas breiter. — Die *processus accessorii* sind an den Lendenwirbeln sehr schwach und nur am ersten oder am ersten und zweiten vorhanden; dagegen traten die *processus mamillares* bei *hylobates Lar* an den Lendenwirbeln in Gestalt etwas abgeplatteter Griffel recht stark hervor, bei *hylobates Leuciscus* überragten sie die vorderen Gelenkfortsätze wenig und waren nur am zweiten und dritten Lendenwirbel durch schwache Furchen von ihnen abgesetzt. Im Uebrigen finden sich bei den schwanzlosen Affen noch keine wesentlichen Abweichungen von den Verhältnissen, wie wir sie beim Menschen finden.

Geschwänzte Affen. *Cynocephalus sphynx.* Die Fortsätze der Halswirbelbögen gestalten sich schon in manchen Punkten anders als beim Menschen. Am Atlas fehlt ein Dornfortsatz gänzlich, während derselbe am Epistropheus plötzlich sehr stark auftritt, aber nicht an der Spitze getheilt ist, sondern eine schmale, 2 bis 3‴ lange Platte bildet, der folgende Dornfortsatz ist aber wie auch alle übrigen, die successiv bis zum siebenten Halswirbel an Länge zunehmen und spitz auslaufen, ungetheilt (Fig. 15). Die Stellung und Richtung der Halswirbelgelenkfortsätze ist ganz wie beim Menschen; auch zeigt der hintere — die Wirbelsäule hier wie auch bei der folgenden Beschreibung horizontal gedacht — an seiner oberen Fläche vom vierten bis siebenten Wirbel eine deutliche Muskelrauhigkeit (Fig. 15*a*). Diese Rauhigkeit oder *processus muscularis* ist am sechsten und siebenten Wirbel am stärksten. An der Seitenfläche des vorderen Gelenkfortsatzes des dritten und vierten Wirbels bemerkt man ebenfalls eine Rauhigkeit, die den *processus mamillaris* repräsentirt (Fig. 15*c*). Dass dieses richtig ist, wird dadurch bewiesen, dass man an den ersten Brustwirbeln das Aufrücken des *proc. mam.* vom Gelenkfortsatz auf den Querfortsatz verfolgen kann (Ftg. 15*d* u. *e*). Bei den meisten Affen bleibt der Mamillarfortsatz an den Halswirbeln sehr schwach, während er in einigen andern Klassen sehr stark wird. — Der Seitenfortsatz des Atlas ist ziemlich stark und lang und an seiner Basis von einem relativ kleinen *foramen intertransversarium* durchbohrt. Die Stellung der folgenden Seitenfortsätze ist ganz wie beim Menschen, der untere Querfortsatz nämlich steht bei ausgewachsenen Thieren auf dem Körper, der obere auf dem Bogen. Jedoch zweifeln wir nicht, dass auch hier der ganze Seitenfortsatz der Entwicklung nach dem Bogen angehörte; ein hinreichend junges Skelett stand leider nicht zu Gebote. Der Seitenfortsatz des dritten Halswirbels ist zu einem nach hinten und wenig nach oben gerichteten griffelförmigen Fortsatz verlängert. Dieser nimmt im weiteren Verlaufe etwas an Länge und Stärke zu, geht jedoch zugleich

auch in eine horizontal-transversale Stellung über. Etwa in der Mitte des vierten Seitenfortsatzes sieht man vorn und unten an demselben einen neuen kleinen Höcker auftreten, der am fünften Halswirbel wieder schwach (Fig. 15 *f*), am sechsten aber zu einer ziemlich starken und wenig um ihre Achse gedrehten Platte ausgewachsen ist (Fig. 15 *b*). Die Platten beider Seiten sind etwas um einen rechten Winkel gegen einander geneigt. Ob diese Platte einen eigenen Verknöcherungspunkt besitzt oder nicht, konnten wir nicht sicher entscheiden, weil das nöthige Material fehlte, wahrscheinlicher jedoch scheint das letztere zu sein. Der Seitenfortsatz des siebenten Halswirbels war an der einen Seite durchbohrt (*h*) und trug an seiner Spitze einen kleinen nach oben und hinten ragenden Höcker, der in jeder Beziehung dem *proc. access.* des ersten Rückenwirbels entsprach, so dass durchaus nicht daran zu zweifeln ist, dass er als wirklicher Accessorius anzusehen ist. Wie viel von den Seitenfortsätzen der Entwicklung nach dem oberen und wie viel dem unteren Querfortsatz angehört, war an einem jungen Skelette nicht mehr nachweisbar. An der unteren Fläche des Atlas befindet sich eine mässig starke, höckerförmige Hämapophyse. Dieselbe tritt vom zweiten bis siebenten Wirbel in Form eines Kammes auf, der noch am zweiten und dritten nach hinten in eine dreieckige Erhebung ausläuft. Dieser Kamm ist auch noch am ersten Brustwirbel vorhanden.

Die Dornfortsätze der Brustwirbel sind sehr lang und enden in eine etwas verbreiterte und verdickte Spitze. Dabei sind sie nur wenig nach hinten geneigt, legen sich aber nirgends wie beim Menschen dachziegelförmig über einander. Der des zehnten Wirbels sieht gerade nach oben. — Die Gelenkfortsätze verhalten sich bis zum zehnten Brustwirbel wie beim Menschen. — Die Querfortsätze stehen auf den Bögen und zeigen vom ersten Rückenwirbel an drei kleine Höcker, jedoch ist der *proc. mamillaris* (*d*) noch sehr nahe am oberen Gelenkfortsatz, während der *processus accessorius* (*c*) nahe der Spitze und hinten sitzt und durch eine seichte Furche von dem die Spitze einnehmenden Costalfortsatz getrennt ist. Weiterhin vergrössern sich die beiden ersten Fortsätze, und der *processus mamillaris* rückt höher auf den Querfortsatz, jedoch erreicht er dessen Spitze nicht. Schon am elften Rückenwirbel sitzt er wieder auf dem oberen Gelenkfortsatz und überragt ihn etwas, während der Accessorius am zehnten Brustwirbel eine Griffelform annimmt und nach hinten ragt, sich jedoch noch nicht an den Gelenkfortsatz anlehnt. Hier wie am vorhergehenden Wirbel ist er nicht vom Costalfortsatz getrennt. Eine Trennung beider findet wieder am elften und zwölften Brustwirbel statt, wo der Accessorius sich allmählig dicht an den Gelenkfortsatz lehnt. Der Costalfortsatz articulirt an den drei letzten Brustwirbeln nicht mehr mit dem *tuberculum costae*, wohl aber sind beide durch

Bandmassen verbunden. Am zwölften Brustwirbel ist der Costalfortsatz sehr schwach.

Zugleich mit dem Aufrücken des *processus mamillaris* auf den oberen Gelenkfortsatz beginnt an den Brustwirbeln auch die Lendenwirbelformation. Die Dornfortsätze werden plötzlich breit und stehen senkrecht, letzteres gilt auch von den Gelenkflächen der Gelenkfortsätze. — Die Körper der Brustwirbel sind dreieckig und an ihren Seitenflächen etwas ausgehöhlt. Die *fovea costalis vertebralis* erhebt sich am hinteren Wirbel nirgends zu einem Parapophysenhöcker, und den Rippen fehlen accessorische Tuberkel.

Die Lendenwirbel und das Kreuzbein bieten keine wesentliche Abweichung von dem Verhalten des später zu schildernden *Cercopithecus aethiops* dar, ausser dass die Seitenfortsätze ersterer fast horizontal stehen und sich dem Bogen von Anfang an ein wenig mehr nähern. Auch die Schwanzwirbel weichen nicht merklich von *Cercopithecus faunus*, der später beschrieben werden wird, ab. — Alle langschwänzigen Affen stimmen überhaupt in ihren Schwanzwirbeln sehr überein, einige Fortsätze können allerdings mehr oder weniger hervortreten und früher oder später verschwinden, hierin liegt jedoch nichts Wichtiges, was eine detaillirte Aufzeichnung erforderte, zumal da die Unterschiede noch sehr unbedeutend sind.

Cercopithecus aethiops. Die Bogen mit ihren Fortsätzen verhalten sich an den Halswirbeln ganz wie beim vorigen. Auch hier fehlt dem Atlas der Dornfortsatz, während der des Epistropheus breit und wenig nach hinten gebogen ist. Auf dem vierten bis siebenten hinteren Gelenkfortsatz sind etwas weniger starke Muskelfortsätze als beim vorigen; Mamillarfortsätze sind nicht deutlich nachweisbar. An den Seitenfortsätzen, die gleichfalls sehr mit denen des vorigen übereinstimmen, tritt die Platte schon am achten Wirbel auf und ist von vorn und innen nach hinten und aussen gerichtet. Weiterhin nimmt sie an Grösse zu und geht allmählig in eine der Längsrichtung der Wirbelsäule parallele Richtung über. Die grösste Ausdehnung hat diese Platte auch hier am sechsten Wirbel, wo sie zugleich an der Spitze bedeutend verbreitert ist. Die Platten beider Seiten bilden einen stumpfen Winkel mit einander. Der siebente Seitenfortsatz ist undurchbohrt. Die Hämapophysen sind ausser am Atlas und Epistropheus nur sehr schwach angedeutet und die Form des Halswirbelkörpers nähert sich sehr der des Menschen.

Rückenwirbel. Die Dornfortsätze derselben verhalten sich wie beim vorigen. Dasselbe gilt auch von den Querfortsätzen mit ihren Höckern, nur sind letztere schwächer und der Mamillaris ist am ersten Wirbel noch nicht nachzuweisen. Fig. 16 *g*, *f* u. *a* bezeichnen den *processus mamillaris* der letzten Rückenwirbel. An den beiden letzten ist

der Costalfortsatz (Fig. 16 *c* u. *e*) kleiner, der Accessorius aber grösser als bei *sphynx*, sonst bieten die Bogenverhältnisse nichts Besonderes. Die Form der Wirbel und Bogen und das Verhalten der *fovea costalis vertebralis* ist wie beim Menschen.

Die Lendenwirbel, 7 an Zahl, tragen mässig hohe, aber breite Dornfortsätze, deren Spitze etwas verdickt und verbreitert ist. Die Dornfortsätze nehmen bis zum letzten Wirbel etwas an Höhe zu, an Stärke und Breite aber nur bis zum mittleren, von wo sie wie beim Menschen bis zum letzten wieder schwächer und schmäler werden. — Der Mamillarfortsatz sitzt aussen auf dem vorderen Gelenkfortsatz, überragt ihn etwas und ist durch eine Furche von ihm abgesetzt; in der Nähe des Kreuzbeins wird er schwächer. Der Accessorius ragt als griffelförmiger Fortsatz nach hinten, umgreift die Aussenfläche des vorderen Gelenkfortsatzes und erreicht fast dessen hinteres Ende; am siebenten Lendenwirbel ist er nicht mehr nachweisbar. Was endlich die Seitenfortsätze anbetrifft, so sitzen die des ersten Lendenwirbels mitten auf der Seite des Körpers, sind kurz und grad nach aussen und wenig nach unten gerichtet. Gegen das Kreuzbein hin verlängern sie sich allmählig, krümmen sich nach vorn und rücken dem Bogen näher (Fig. 17 *c*), so dass sie am siebenten Wirbel fast auf dessen Basis sitzen. Bei einem noch ziemlich jungen Exemplar war die Stellung durchaus gleich. Der Körper der Lendenwirbel ist dreieckig mit unterer abgerundeter Kante (Fig. 17 *a* Mamillaris und *b* ist Accessorius).

Am *os sacrum* finden sich ziemlich starke *process. obliquo-mamillares*, die offenbar zum grössten Theil von den *proc. mamillares* gebildet werden, denn es ist doch sicherlich nicht anzunehmen, dass diese, die an den Lenden- und Schwanzwirbeln die Gelenkfortsätze noch überragen, am Kreuzbein plötzlich verschwunden sein sollten. Gegen dieses letztere spricht auch der Umstand, dass wir fast bei allen Thieren, die an den Lendenwirbeln starke *proc. mam.* haben, auch starke *processus obiquo-mamillares* am Kreuzbein antreffen. Der des zweiten Kreuzwirbels ist spitz und nach vorn geneigt (Fig. 18 *e*), der des dritten stumpf und breit (*f*). — An den Schwanzwirbeln sitzen die Mamillarfortsätze gleichfalls auf den Gelenkfortsätzen und sind an einigen durch seichte Furchen von den letzteren getrennt. Mit der Abnahme der vorderen Gelenkfortsätze verschwinden auch diese Markirungsfurchen und beide Höcker verschmelzen gänzlich mit einander. Im Uebrigen verhält sich der Schwanz ganz so, wie wir bei *Cercopithecus faunus* sehen werden.

Cercopithecus faunus. Die Hals- und Brustwirbel unterscheiden sich nur durch ihre etwas stärkeren Fortsätze von den vorigen. Die Hämapophysen des zweiten und dritten Halswirbels enden nach hinten in zwei stumpfe und niedrige Höcker, an den folgenden Wirbeln sind sie

nur in Form niedriger Kämme vorhanden. Mamillarfortsätze und Accessorii sind an den letzten Brustwirbeln und allen Lendenwirbeln sehr stark, ja letztere überragen sogar das hintere Ende der Gelenkfortsätze. Die Dornfortsätze sind stark und vom elften Brustwirbel an nach vorn gerichtet. Am *os sacrum* ist nichts Besonderes.

Die ersten Schwanzwirbel zeichnen sich durch ihre Kürze aus (Fig. 19); sie sind mit Einschluss des dritten etwa 0,5″ lang. Vom vierten an nehmen sie rasch an Länge zu, so dass der neunte schon etwa 1,5″ lang ist; von nun an werden sie wieder etwas kürzer. — Vollständige Bögen finden sich nur bis zum fünften Schwanzwirbel, an diesem ist der Wirbelkanal, der am ersten Wirbel noch ziemlich weit ist, schon sehr eng. Die Neigung der Bögen nach hinten, die am ersten Schwanzwirbel noch sehr gering ist, nimmt sehr rasch zu und führt schon am sechsten Wirbel zu vollständigem Anlehnen und Verschmelzen mit dem Körper (Fig. 19 *a*), so dass der Bogen hier nur noch durch einen longitudinalen Kamm, der nach hinten in die beiden hinteren Gelenkfortsätze ausläuft, repräsentirt ist. — Die Dornfortsätze, schon von Anfang an kurz und schmal, nehmen sehr rasch ab; am sechsten Wirbel ist nur noch eine schwache Erhebung (Fig. 19 *b*) vor den hinteren Gelenkfortsätzen als letzte Andeutung eines Dornfortsatzes sichtbar. Die Gelenkfortsätze sind an den ersten Schwanzwirbeln recht stark, besonders die vorderen (*c*), da diese noch durch den seitlich auf ihnen sitzenden Mamillarfortsatz vergrössert werden. Diese letzteren sind am ersten Schwanzwirbel schwach, überragen am zweiten und dritten die Gelenkfortsätze beträchtlich und verdicken am vierten die Spitze derselben. Am fünften und sechsten sind sie wieder durch eine Furche abgesetzt. Von hier an verschmelzen beide ganz mit einander. — Die oberen und unteren Gelenkfortsätze articuliren nur bis zum fünften Wirbel mit einander, am sechsten stehen sie schon etwas von einander entfernt, am siebenten beträchtlicher; im weiteren Verlaufe bleibt ihre Entfernung relativ ziemlich dieselbe. Beide Gelenkfortsätze (Fig. 20 *a* u. *b*) lassen sich fast bis zur Schwanzspitze verfolgen, jedoch bleiben die vorderen stets stärker, was wohl grösstentheils ihrem Verschmolzensein mit den Mamillarfortsätzen zuzuschreiben ist. Ausserdem stehen die vorderen Gelenkfortsätze beider Seiten zwei bis drei mal so weit von einander entfernt als die hinteren. An den letzten Schwanzwirbeln sind die einzelnen Fortsätze nicht mehr isolirt, sondern verschmolzen und bewirken eine Verdickung der Endflächen.

Die *processus laterales* (Fig. 19 *d*) der Schwanzwirbel stehen anfangs an der Basis des Bogens, rücken aber allmählig auf die Mitte der Wirbelkörper. Schon am fünften Wirbel stehen sie mitten auf der Seitenfläche des Körpers. Am ersten Wirbel ziemlich lang und schmal, mit horizon-

taler Stellung und geringer Neigung nach hinten, nehmen sie rasch an Breite zu. Oben auf ihnen und mehr der Wurzel genähert bemerkt man am ersten Wirbel einen kleinen Höcker, der am zweiten vorn auf der Kante sitzt und an dem folgenden sich der Spitze nähert. Am fünften Wirbel leitet sich ein Zerfall des Seitenfortsatzes in einen hinteren grösseren (*e*) und vorderen kleineren Höcker (*f*) ein. Der vordere, anfangs näher der Mitte des Wirbelkörpers als dessen Ende, erreicht letzteres erst am neunten Wirbel und hat von nun an auch gleiche Grösse mit dem hinteren (Fig. 20 *c* u. *d*). Beide Seitenfortsätze nehmen nach dem Schwanzende zu allmählig ab und tragen schliesslich nur noch zur Verdickung der Wirbelenden bei. — Der Körper hat an den vier ersten Schwanzwirbeln noch eine ganz ähnliche Form als an den Lendenwirbeln, am fünften wird sie etwas modificirt und geht am sechsten und den folgenden vollständig in eine viereckige über. Die Kanten sind eine obere, untere und zwei seitliche. Gegen das Schwanzende zu werden die Wirbelkörper mit dem Zurücktreten ihrer Fortsätze mehr rundlich.

In den Zwischenräumen der fünf ersten Schwanzwirbel kommen mit Ausschluss des ersten, der nicht geschlossen ist, vollständige *arcus haemales* vor, von denen die beiden ersten schmal und nach hinten gerichtet sind, der dritte und vierte aber an der Spitze beilförmig verbreitert. Die folgenden *arcus haemales* sind nur noch rudimentär, indem die *spinae haemales* nicht mehr mit einander verbunden sind. Von nun an stehen sie auf Vorsprüngen (Fig. 19 *h*) der vorderen Wirbelenden, die bei einigen Affen, z. B. *cercopithecus aethiops* selbständige Epiphysen enthielten, und legen sich der Länge nach über die Zwischenräume der Wirbel. Jene Hervorragungen der Wirbel, auf denen die *spinae haemales* stehen, nennt R. Owen *hypapophyses*, während sie doch offenbar nichts anderes als Hämapophysen sind. Weshalb Owen hierzu — denn beide Ausdrücke können nach ihm nicht identisch sein — seine Zuflucht nimmt, ist nicht recht klar, da ein vollständiger *arcus haemalis*, wie er bei höheren Thieren nur am Schwanz vorkommt, doch bei niederen Thieren aus *spinae haemales* und *haemapophyses* besteht. Den Ausdruck Hypapophyse gebraucht Owen, wie wir später sehen werden, auch noch an anderen Stellen für Hämapophyse, ja mitunter auch für die *spinae haemales*. Mit dem Aufrücken der Hämapophysen auf den Wirbel, entsteht an der unteren Seite des Körpers auch eine scharfe Kante, die selbst nach dem Verschwinden der *spinae haemales* noch sehr stark bleibt.

Inuus nemestrinus (kurzschwänzig) verhält sich mit Bezug auf den Halswirbel *Cynocephalus sphynx* ganz ähnlich, nur sind die Hämapophysen und Muskelfortsätze schwächer, und der Seitenfortsatz des siebenten Wirbels ist undurchbohrt. — Die Brustwirbel bieten auch wenig Besonderes. Die Dornfortsätze der mittleren legen sich dachziegelförmig

über einander. Ein Mamillarfortsatz ist schon am ersten Brustwirbel nahe dem vorderen Gelenkfortsatz sichtbar. Der *processus costalis* des dreizehnten Wirbels trägt eine Rippe. Die Querfortsätze und ihre einzelnen Fortsätze sind gleichfalls schwächer. An den Lendenwirbeln ist nur zu bemerken, dass die *proc. accessorii* stärker und länger sind als bei der *sphynx.* Das Kreuzbein zeigte gleichfalls nichts Besonderes.

An den ersten Schwanzwirbeln treten die einzelnen Fortsätze noch mässig stark hervor, nur der Dornfortsatz, der schon am ersten Wirbel schwach ist, ist am zweiten kaum noch sichtbar. — Der Seitenfortsatz ist relativ am stärksten, nimmt jedoch rasch ab, so dass er am fünften Wirbel nur noch sehr klein ist. Ein Zerfallen dieses Fortsatzes in zwei ist hier nicht sichtbar, weil er zu früh verschwindet. Spuren von *arcus haemales* fehlen ganz. Der sechste Schwanzwirbel ist schon fast ganz rund mit verdickten Enden.

Cebus capucineus. An den Halswirbeln ist zu bemerken, dass der Atlas einen kleinen Dornfortsatz hat und die der folgenden Wirbel kürzer sind als bei den früheren. Die Dornfortsätze der Brustwirbel sind wie bei *Inuus* geneigt. *Processus mamillares* und *accessorii* lässt Owen hier erst am fünften Brustwirbel auftreten, während sie, wie auch Retzius angiebt, weiter zu verfolgen sind, letztere sogar bis zum ersten Brustwirbel. Die drei letzten Rippen articuliren nur mit dem Wirbelkörper, dessen Parapophyse deswegen jedoch auch hier nicht als besonderer Höcker hervortritt; von einem Costalfortsatz ist an diesen Wirbeln fast keine Spur mehr.

Die Dornfortsätze der Lendenwirbel sind nach vorn geneigt, theilen sich hinten und unten gabelförmig, um die folgenden Dornfortsätze zu umfassen. Die Seitenfortsätze, die schon anfänglich dem Bogen näher stehen als bei den meisten Affen, stehen am letzten Wirbel zwischen Körper und Bogen. — An dem *os sacrum* sind mässig lange, spitze und nach oben sehende *processus obliquo-mamillares* vorhanden. Sie sitzen auf einer verbreiterten Basis, die den Gelenkfortsätzen entspricht, während die Spitze den Mamillarfortsatz repräsentirt. Letzterer Fortsatz hebt sich an den drei ersten Schwanzwirbeln nur wenig vom vorderen Gelenkfortsatz ab, stärker tritt er vom vierten bis siebenten Wirbel hervor. Hier überragt er den Gelenkfortsatz nach oben und hinten, an den folgenden Wirbeln verschmelzen beide gänzlich mit einander. Im Uebrigen ist noch zu erwähnen, dass die Schwanzwirbel trotz des stärkeren Hervortretens der einzelnen Fortsätze doch von Anfang an nicht so scharfe Kanten besitzen als bei *faunus* und eher in eine runde Form übergehen.

Cebus apella bietet fast dieselben Verhältnisse als der vorige, nur sind die Fortsätze im Allgemeinen etwas schwächer. *Processus musculares* und *mamillares* sind an den Halswirbeln sehr schwach. Die Seitenfortsatz-

platte des sechsten Halswirbels ist sehr breit, so dass sie den Wirbel nach vorn und hinten überragt, und fast senkrecht gestellt; dabei ist sie niedrig. — Vom zwölften Brust- bis zum vierten Lendenwirbel verlängern die hinten an ihrer Basis gespaltenen Dornfortsätze sich von hier aus zu je zwei griffelförmigen Fortsätzen, die zur Umfassung der folgenden Dornfortsätze dienen. Diese griffelförmigen Fortsätze sind fast bis zu ihrer Spitze an der unteren Seite mit den vorderen Gelenkfortsätzen verschmolzen.

Die *processus obliquo-mamillares* sind am Kreuzbein niedriger und stumpfer als beim vorigen. Bemerkt sei noch, dass beide *Cebus* auch am letzten Lendenwirbel einen schwachen Accessorius haben, was bei keinem der früheren der Fall war.

Lemur nigrificus. Die Seitenfortsatzplatten des sechsten Halswirbels liegen fast horizontal und sind sehr breit. Eine Hämapophyse ist am Atlas kaum angedeutet; an den folgenden Wirbeln tritt ein Hämapophysenkamm auf, der nach hinten in einen dreieckigen Höcker ausläuft. Dieser letztere ist am dritten und vierten Wirbel selbständig geworden und liegt in den Wirbelzwischenräumen. Hieraus geht hervor, dass derselbe offenbar der eigentlichen Hämapophyse entspricht, während der Kamm nur etwas Accessorisches ist und wenn auch meistens vorhanden, so doch fehlen kann. Auch am Schwanze sind Rudimente eines *arcus haemalis*; die *spinae haemales* verschwinden jedoch bald, während die Hämapophysen noch bis nahe ans Schwanzende schwach erhalten bleiben.

Werfen wir nun noch einen kurzen Rückblick auf die Affen, so sehen wir, dass die schwanzlosen dem Menschen in Bezug auf die Wirbelsäule noch sehr nahe stehen, dagegen zeigen die geschwänzten, abgesehen natürlich vom Schwanze, schon wesentliche Abweichungen; diese liegen besonders an den Lendenwirbeln und zwar an dem stärkeren Hervortreten der *processus mamillares* und *accessorii* und dem Hinaufrücken der Seitenfortsätze auf den Wirbelkörper. Beides war offenbar nöthig, um der durch das Auftreten des Schwanzes erforderlichen grossen Muskelmasse Raum und hinreichende Insertionspunkte zu verschaffen. In Bezug auf die Stellung der Seitenfortsätze an den Lendenwirbeln bei den kurz- und langschwänzigen Affen, lässt sich kein durchgreifender Unterschied erkennen, nur so viel steht fest, dass wenigstens bei einigen Langschwänzern jene Fortsätze mehr auf den Körper rücken; ihre Richtung bietet keine wesentlichen Unterschiede. Ferner sehen wir die Hämapophysen, die beim Menschen nur am Atlas vorkommen, bei den Affen auch an einigen anderen Halswirbeln auftreten. Wichtig ist auch das mit dem Längerwerden der Schwanzwirbel stattfindende Zerfallen des Seitenfortsatzes in einen vorderen und hinteren.

Volitantia.

Pteropus edulis. Die Halswirbel (siehe Fig. 21), deren Bögen ziemlich niedrig sind, entbehren der Dornfortsätze, ausgenommen der zweite und siebente; der des ersteren ist breit, stark, kammförmig und mässig hoch, der des letzteren schmal, kurz und griffelförmig (siehe Fig. 21 *a*). Muskelfortsätze finden sich nur auf den hinteren Gelenkfortsätzen des vierten bis sechsten Wirbels und zwar sind sie ziemlich schwach; die Mamillarfortsätze dagegen sind stark. Sie sitzen auch hier seitlich auf den vorderen Gelenkfortsätzen und sind deutlich von denselben abgesetzt (Fig. 21 *b*). Was ferner die Seitenfortsätze anbetrifft, so ist der des Atlas breit, flügelartig und fast horizontal gestellt, der des Epistropheus bildet einen nach hinten geneigten kurzen Fortsatz (Fig. 21 *c*). Am dritten und vierten Wirbel sind die Seitenfortsätze plattenartig und zwar steht ihre hintere Partie höher als die vordere, dabei sind sie etwas nach unten geneigt. Statt dieser einen breiten Platte tritt am fünften Wirbel eine vordere schmälere Platte (*d*), die zugleich mehr nach unten geneigt ist, und ein hinter und über ihr stehender, nach hinten sehender Fortsatz (*e*) auf. Dieses Verhältniss ist sehr einfach, wenn man sich beide Theile aus einer Platte durch Schwund der mittleren Partie entstanden denkt. Am sechsten Wirbel sind die Seitenfortsatzplatten wieder sehr verbreitert und bilden einen spitzen Winkel miteinander. Diese Verbreiterung hat zur Folge, dass der Fortsatz über ihr zu stehen kommt. — Erwähnt sei hier, dass dieser Fortsatz an seiner Spitze den Accessorius trägt, wenn derselbe an den Halswirbeln nachweisbar, was, wie wir später sehen werden, an manchen Thieren der Fall ist. Der Kürze wegen mag daher der ganze Fortsatz als Accessorius bezeichnet werden. — Alle Seitenfortsätze besitzen mit Ausnahme des siebenten ein *foramen intratransversarium.* Bei ausgewachsenen Thieren steht die Parapophyse des Seitenfortsatzes auf dem Wirbelkörper. — Der untere Bogen des Atlas besitzt keine Hämapophyse, dagegen tritt dieselbe an dem zweiten bis vierten Wirbel als Kamm auf. Derselbe läuft nach hinten in zwei Schenkel aus, an deren Enden kleine Epiphysen sitzen. An den übrigen Halswirbeln sind diese Kämme nur sehr schwach.

Rückenwirbel (Fig. 22). Die Dornfortsätze sind hier grösstentheils sehr niedrig und hinten getheilt. Sie nehmen vom ersten bis sechsten Wirbel an Höhe ab, von hier bis zum letzten rascher zu, so dass sie schon vom neunten an stärker hervortreten, die Stellung des neunten ist gerade aufrecht, die folgenden aber sind nach vorn geneigt. — Die Querfortsätze bilden an den äusseren Rändern der Bögen zwei Reihen aufrecht stehender und die Dornfortsätze mit Ausnahme der letzten überragender Kämme; dieselben sind anfangs der Längsrichtung der Wirbelsäule pa-

rallel gestellt, später aber stehen sie von vorn und innen nach hinten und aussen. Nach Retzius sollen sich an diesen Kämmen bei *vespertilio noctula* je drei Höcker, ein vorderer mamillarer, ein mittlerer costaler und ein hinterer accessorischer unterscheiden lassen, bei *pteropus* waren die mittleren jedoch nicht sichtbar. Der vordere mamillare Theil ist am neunten Brustwirbel auf den vorderen Gelenkfortsatz gerückt und nimmt nun successiv an Stärke zu; die hintere Partie wird zum Costalfortsatz und Accessorius, von denen letzterer sich zu einem mässig langen, dünnen, griffelförmigen Fortsatz ausbildet (Fig. 23 *a*), während der erstere an den letzten Brustwirbeln nicht mehr nachweisbar ist und die Rippen nur mit dem Wirbelkörper articuliren. Die Parapophyse tritt nirgends als Fortsatz hervor. Accessorische Tuberkel fehlen den Rippen.

Lendenwirbel. Die Dornfortsätze sind nach vorn geneigt und am Anfang und Ende der Lendenwirbelsäule am kleinsten, jedoch sind sie recht stark und ziemlich gross. Die Mamillarfortsätze (Fig. 23 *a*) überragen die Gelenkfortsätze bedeutend und sehen als stumpfe Fortsätze nach vorn. *Processus accessorii* finden sich als dünne, griffelförmige, 2 bis 3‴ lange Fortsätze an den drei ersten Wirbeln, am vierten sind sie noch sehr schwach vorhanden; sie umgreifen die Gelenkfortsätze nirgends. Was endlich die Seitenfortsätze anbetrifft, so stehen sie von Anfang an auf den Wurzeln der Bögen; erst kurz, nehmen sie bis zum *os sacrum* an Grösse zu (*c*). An letzterem bilden die *processus obliquomamillares* scharfe Kämme.

Die Repräsentanten der Gattung *vespertilio* stimmen im Allgemeinen mit *pteropus* und unter einander sehr überein, nur können die einzelnen Fortsätze verschieden stark hervortreten. Hals- und Brustwirbel sind bei den meisten Fledermäusen relativ breiter als bei *pteropus*, die einzelnen Fortsätze aber schwächer; ja bei einigen fehlt der Dornfortsatz des siebenten Halswirbels ganz, während der des zweiten schwach ist. Selbständige Hämapophysen waren nirgends vorhanden. Die Querfortsätze bilden an den Brustwirbeln gleichfalls Kämme, sind jedoch mit sammt den Dornfortsätzen, die bei einigen Fledermäusen sogar an manchem Wirbel ganz fehlen, niedriger als beim vorigen. Ob die *processus accessorii* an den letzten Brust- und allen Lendenwirbeln ganz fehlen, wie Retzius für *v. noctula* angiebt, und die *proc. costarii* an ersteren nur rudimentär sind, war wegen der etwas mangelhaften Skelette nicht sicher zu entscheiden. Dorn- und Seitenfortsätze sind an den Lendenwirbeln ebenfalls schwach, sonst ist hier nichts Abweichendes vorhanden. Die Schwanzwirbel (Fig. 24) bestehen nur aus einem Wirbelkörper, an dessen verdickten Endflächen man noch einzelne Fortsätze rudimentär hervortreten sieht.

An die *Volitantia* schliessen sich die *Insectivora*, die ja auch von man-

chen Autoren mit in dieselbe Klasse gestellt werden, in Bezug auf ihre Wirbelverhältnisse sehr eng an.

Erinaceus europaeus. An den Halswirbeln (Fig. 25) fällt zunächst die Stärke der Bogen der beiden ersten in Vergleich mit den folgenden, bei denen sie ziemlich schmal sind, auf. Der Dornfortsatz, der am Atlas kurz und breit ist, erreicht am Epistropheus eine bedeutende Grösse, er ist breit, dick, hoch und überragt den folgenden Wirbel, sich auf ihn legend. Vom dritten bis siebenten Wirbel wächst der Dornfortsatz von kaum sichtbarer Grösse allmählig wieder mässig stark an. Auf den hinteren Gelenkfortsätzen der fünf letzten Halswirbel sieht man recht starke, runde Muskelfortsätze (Fig. 25*a*) und auch die Mamillarfortsätze stellen sich vom dritten bis sechsten Wirbel an den vorderen Gelenkfortsätzen als seitliche Verdickungen dar. — Die Seitenfortsätze sind am Atlas stark und bilden nach aussen gerichtete und wenig um eine transversale Achse aus den Horizontalebenen gedrehte Platten; am Epistropheus dagegen sind sie wieder sehr schwach und nehmen nun wieder an Grösse zu. Ein *foramen intratransversarium* fehlt nur dem siebenten Seitenfortsatz (*c*). Jenes *foramen* wird am Epistropheus nur von einem dünnen Knochenring umschlossen. Am vierten und fünften Seitenfortsatz zeigte sich vorn und unten an ihm nahe seiner Basis ein kleiner Höcker (*e*), als Andeutung einer Platte; letztere ist am sechsten Wirbel sehr stark nnd trägt über sich den Accessorius (Fig. 25*f*). Wie viel von dem Seitenfortsatz der Entwicklung nach dem oberen und wie viel dem unteren Querfortsatze angehörte, war nicht zu entscheiden, ein junges Skelett zeigte nur dass er ganz den Bögen angehört, während bei ausgewachsenen Thieren auch hier die Parapophyse auf dem Körper steht. — Die Hämapophyse bildete am Atlas einen recht stark in zwei stumpfe Spitzen auslaufenden Höcker, dagegen war sie in den Zwischenräumen des dritten bis fünften Wirbels durch je zwei kleine platte Knöchelchen repräsentirt; der zweite und fünfte Wirbel haben schwache Hämapophysenkämme.

Rückenwirbel. Die Dornfortsätze sind mässig lang und nehmen im Verlaufe an Breite zu; die zehn ersten sind nach hinten geneigt, sie legen sich an manchen Skeletten sogar dachziegelförmig über einander, die übrigen stehen grade aufrecht. Parallel mit den Dornfortsätzen laufen auch hier wie bei den Volitantien zwei Reihen Querfortsatzkämme, nur sind sie niedriger als die Dornfortsätze (Fig. 25*g*). Anfangs fast horizontal stehend, gehen sie allmählig in eine senkrechte Lage über, verhalten sich übrigens aber wie bei *pteropus*. Nur die Querfortsätze der beiden ersten Wirbel haben an ihrer Spitze Gelenkflächen für die Tuberkel der Rippen, an den folgenden steht der Costalfortsatz, denn dem gehört ja jene Gelenkfläche an, schon aussen an der Basis der Querfortsätze (*h*), artikulirt aber noch bis zum zehnten Wirbel mit dem *tuberculum costae*, der Costal-

fortsatz rückt allmählig immer tiefer an die *fovea costalis* herunter und bildet vom elften bis vierzehnten Wirbel nur noch deren oberen Rand. *Caput* und *tuberculum costae* sind hier zu einem überknorpelten Gelenkkopf verschmolzen. Nach dem Herabrücken des Costalfortsatzes wird die vordere Partie der Seitenkämme von den *proc. mam.* (*i*), die hintere von den *proc. accessorii* gebildet, beide haben stellenweise ihre besonderen Epiphysen. Dieses ist auch noch am dreizehnten Brustwirbel, wo die Gelenkfortsätze eine senkrechte Stellung angenommen haben und der vordere unter den Mamillarfortsatz gerückt ist, der Fall; erst am vierzehnten, nach Retzius am dreizehnten Brustwirbel, hat der Accessorius (Fig. 25 *k*) sich von jenen getrennt und sitzt hinten und aussen an seiner Basis, eine Stellung, die er auch noch am fünfzehnten beibehält. Von einem Costalfortsatz ist am letzten Brustwirbel nichts mehr wahrzunehmen. Die *foveae costales vertebrales* vertheilen sich mit Ausnahme der letzten auf je zwei Wirbel, die Parapophyse tritt nirgends als Höcker hervor. Accessorische Tuberkel fehlen auch hier den Rippen.

Die Lendenwirbel (Fig. 26) haben mässig hohe, breite und oben verschmälerte Dornfortsätze, die sich zugleich von hinten nach vorn keilförmig zuspitzen; gegen das Kreuzbein hin nehmen sie an Grösse und Höhe etwas ab. Letzteres gilt auch von den *processus mamillares* (Fig. 26 *a*), die an den ersten Lendenwirbeln noch ziemlich stark über die vorderen Gelenkfortsätze hervorragen, doch bilden sie auch hier wie an den Brustwirbeln Kämme, nur sind dieselben etwas schmäler. Vom Vorhandensein der *processus accessorii* an den Lendenwirbeln (Retzius) haben wir uns nicht überzeugen können. — Die Seitenfortsätze sind anfangs sehr schwach, nehmen jedoch im Verlaufe an Grösse zu; sie stehen auf den Bögen. In den Zwischenräumen der Lendenwirbelkörper finden sich Hämapophysen, nach Owen Hypapophysen. — Das Kreuzbein (Fig. 26) ist schmal und hat starke, breite Dornfortsätze, aber nur schwache *proc. obliquo-mamillares*.

Was die Schwanzwirbel anbelangt, so werden dieselben, 14 an der Zahl, successiv kürzer, zeigen übrigens aber annähernd dieselben Verhältnisse als bei den Affen. Der Bogen, am ersten Wirbel noch stark und mit starkem Dornfortsatz versehen, ist schon am fünften mit diesem spurlos verschwunden. An den Spitzen der vordern Gelenkfortsätze der vier ersten Wirbel finden sich Epiphysenkerne, die entschieden die Mamillarfortsätze repräsentiren; an den folgenden Wirbeln nehmen die Gelenkfortsätze rasch ab und sind am neunten Wirbel nicht mehr nachweisbar; die hintern Gelenkfortsätze fehlen schon am vierten Wirbel. — Die Querfortsätze nehmen vom zweiten Schwanzwirbel, wo sie ihre grösste Ausdehnung erreichen, stetig ab und zerfallen am vierten Wirbel in einen vordern grössern (26 *c*) und hintern kleinern Fortsatz (Fig. 26 *d*). — Am

sechsten Wirbel sind beide Seitenfortsätze schon gleich gross, nun nehmen sie rasch ab und verschwinden an den letzten Schwanzwirbeln.

In den Interstitien des zweiten bis sechsten Wirbels finden sich je zwei Hämapophysen (*e*), später fehlen sie. Was endlich die Form der Schwanzwirbel anbetrifft, so sind die mittleren im Allgemeinen auch viereckig und die letzten rundlich.

Centetes ecaudatus weicht in einigen Stücken vom vorigen ab. Ein Dornfortsatz des Atlas ist kaum angedeutet, dagegen ist der des Epistropheus sehr stark, läuft spitz aus und reicht weiter nach hinten als bei *erinaceus*, derselbe liegt jedoch nicht wie bei diesem Thier auf dem Bogen des folgenden Wirbels. Die Dornfortsätze des dritten, vierten und fünften Wirbels sind dünn und mässig hoch. Auf den hintern Gelenkfortsätzen finden sich nur schwache Muskelfortsätze. Die Seitenfortsätze verhalten sich ähnlich wie beim vorigen, nur sind die der mittleren Halswirbel stärker und mehr nach hinten geneigt, ja sie legen sich seitlich fast dachziegelförmig über einander. Hämapophysen sind an den Halswirbeln nur schwach angedeutet. An den Brustwirbeln, deren Zahl 18 beträgt, fällt die Grösse der Dornfortsätze auf, dieselben nehmen bis zum sechsten Wirbel an Länge zu, von hier bis zum letzten ab, dafür werden sie jedoch breiter. Die vier letzten Dornfortsätze stehen grade aufrecht, die vorhergehenden sind nach hinten gerichtet. — Die Querfortsätze stimmen in ihrem Verhalten, abgesehen von ihrer Form, fast ganz mit denen des *erinaceus* überein. Was ihre Form anlangt, so bilden sie hier keine Kämme, sondern kegelförmige, abgerundete und mehr nach aussen sehende Fortsätze. Nach dem Herunterrücken des Costalfortsatzes, dessen Stellung zum *processus mamillaris* und *accessorius* übrigens ganz analog wie beim vorigen ist und der auch hier an den letzten Brustwirbeln zu fehlen scheint, tritt an der Spitze des Querfortsatzes eine allmählig sich vertiefende Furche auf und theilt denselben in einen vorderen Mamillarfortsatz und hinteren Accessorius. Mit der Vertiefung jener Furche treten beide Fortsätze stärker hervor und rücken weiter aus einander, bis der Mamillarfortsatz am vierzehnten Brustwirbel auf den Gelenkfortsatz rückt. Letzteren umgreift gleichzeitig der nach hinten gerichtete Accessorius. Beide Fortsätze nehmen noch bis zum letzten Brustwirbel an Grösse zu, jedoch ist der Mamillarfortsatz nirgends deutlich vom Gelenkfortsatz abgesetzt, sondern er verdickt und erhöht ihn nur. Die Articulation der Rippen und die Theilnahme des Costalfortsatzes an der Bildung der *fovea costalis vertebralis*, scheint, so weit das hier nicht ganz rein präparirte Skelett erkennen liess, ganz wie beim *erinaceus* zu sein. Accessorische Tuberkeln fehlen den Rippen. Die Lendenwirbel weichen mit Bezug auf ihre Dornfortsätze darin ab, dass letztere bis zum Kreuzbein an Höhe zunehmen und an ihrer Spitze nicht verschmälert sind. Ferner

sehen wir, dass die Gelenkflächen der Gelenkfortsätze mehr horizontal als senkrecht gestellt, der *processus mamillaris* macht sich an allen Lendenwirbeln durch Verdickung der Spitzen der vorderen Gelenkfortsätze kenntlich, dagegen ist der *proc. accessorius* nur am ersten vorhanden und vicariirt hier für den fehlenden Seitenfortsatz. Letzterer tritt erst am zweiten Lendenwirbel auf und bleibt überhaupt nur schwach, sein Verhalten ist fast wie bei *erinaceus*. Hämapophysen fehlen an den Lendenwirbeln.

Das Kreuzbein zeigt, ausser dass es hinten breiter als vorn ist und dass seine Dornfortsätze gegen die der Lendenwirbel sehr kurz sind, nichts Besonderes. Dasselbe gilt auch von den Schwanzwirbeln.

Talpa europaea. Der Maulwurf schliesst sich im Allgemeinen näher an *erinaceus* als an *centetes*, jedoch weicht er in manchen Stücken von beiden ab. An den Halswirbeln fällt zunächst die starke Wölbung der Bögen und das Zurücktreten der Gelenkfortsätze, die das Niveau jener nicht überragen, auf. Die Dornfortsätze sind wie bei *erinaceus*, nur mit Ausnahme der beiden ersten schwächer, von *processus musculares* und *mamillares* ist nichts wahrzunehmen, dasselbe gilt auch von den Hämapophysen. Die Seitenfortsätze differiren nur in sofern von denen des *Erinaceus*, als sich die nach hinten ragenden oberen Höcker mit dem Accessorius an ihrer Spitze auf die Platten der folgenden Wirbel legen.

In Bezug auf die Brustwirbel zeigt *talpa* auch sehr viel Aehnlichkeit mit *Erinaceus* und es ist durchaus nicht richtig, wenn Owen sagt, die Dornfortsätze sind an den ersten Wirbeln obsolet, schwach sind sie allerdings, doch sie sind als dünne nach hinten gerichtete Fortsätze deutlich wahrnehmbar. Bis zum elften Brustwirbel neigen sie sich nach hinten, von hier ab nach vorn. — Die Querfortsätze sind an den beiden ersten Brustwirbeln sehr niedrig und stehen auf der Wurzel des Bogens, am dritten sondert sich der Costalfortsatz von ihnen und steht unterhalb des vereinigten Mamillaris und Accessorius. Letztere beiden bilden an den folgenden Wirbeln mässig breite und hohe Fortsätze, die nach vorn und aussen gerichtet sind und an ihrer vordern Kante mitunter ganz scharf sind. Nachdem sie sich im weitern Verlaufe allmählig von einander getrennt haben, rückt endlich am zwölften Wirbel der Mamillarfortsatz auf den vordern Gelenkfortsatz. Hier und am folgenden Wirbel ragt der Accessorius als griffelförmiger und mässig langer Fortsatz nach aussen und oben. Der Rippenkopf und das Tuberkel articuliren bis zum zwölften Wirbel isolirt, jener mit der *fovea costalis*, die nicht auf einem Parapophysenhöcker ruht, dieses mit dem Costalfortsatz. Nach Retziue soll letzterer auch noch am dreizehnten Wirbel vorhanden sein, doch haben wir uns nicht davon überzeugen können. Alle *fovea costales* werden von je zwei Wirbeln gebildet, was Figur 27 noch für das letzte Rippenpaar zeigt.

Die sechs Lendenwirbel besitzen mässig hohe breite und nach vorn gerichtete Dornfortsätze, nur die beiden letzten sind sehr niedrig. Die Mamillarfortsätze verhalten sich von den beiden letzten Brustwirbeln an wie bei *erinaceus*, abgesehen davon, dass sie vielleicht etwas schmäler sind. Was in Bezug auf den Accessorius bei *centetes* nur am ersten Lendenwirbel galt, gilt hier von den beiden ersten, nämlich der Accessorius vicariirt für die Seitenfortsätze. Vielleicht mögen die übrigen Seitenfortsatzelemente hier mit in dem Accessorius enthalten sein, jedenfalls aber hat letzterer bei Weitem das Uebergewicht, was aus der Stellung hervorgeht (Fig. 27 *b b*). Am Accessorius des zweiten Fortsatzes tritt ein zweiter kleiner Höcker (Fig. 27 *c*) hervor, der die übrigen Elemente des Seitenfortsatzes zu repräsentiren scheint. An den folgenden Wirbeln treffen wir wieder wirkliche Seitenfortsätze, eine hintere vorspringende Ecke an denselben ist wohl als Accessorius aufzufassen (Fig. 27 *d*). Zu erwähnen ist endlich noch, dass sich in den Wirbelkörperinterstitien vom letzten Brustwirbel an bis zum Kreuzbein je eine Hämapophyse (Fig. 27 *a*) findet. Zugleich tritt am Körper der mittlern Lendenwirbel ein scharfer Kamm auf, der besonders stark am vierten ist. Solche Kämme sehen wir ja überall accessorisch, wo Hämapophysen vorhanden sind, je nach der Stärke derselben stärker oder schwächer auftreten. Das Kreuzbein ist lang und schmal und zeichnet sich in dieser Klasse dadurch aus, dass seine Dornfortsätze bei den ausgewachsenen Thieren mit einander verschmelzen und einen hohen Kamm bilden Ein *processus obliquo-mamillaris* ist nur am ersten Kreuzwirbel vorhanden.

Schwanz. Schon die ersten Schwanzwirbel besitzen keinen Markkanal mehr und sind viereckig mit abgerundeten Kanten. Der Dornfortsatz, am ersten Wirbel noch sehr lang, ist schon am zweiten sehr schwach und am folgenden verschwunden. Die vorderen Gelenkfortsätze sind anfangs recht stark, die hinteren dagegen kaum angedeutet. Letztere nehmen im weitern Verlaufe bis zu den mittlern Schwanzwirbeln an Grösse zu, so dass sie den vordern hier an Grösse gleichkommen, ja theilweise sie sogar überragen. An den beiden letzten Schwanzwirbeln sind beide nicht mehr nachweisbar. — Seitenfortsätze fehlen gänzlich, dafür treten in den Interstitien der Wirbel mit Ausnahme der beiden letzten je zwei relativ starke Hämapophysen auf, nur am ersten Wirbel sind beide verschmolzen. Dieses spricht dafür, dass auch die Hämapophysen, die wir an den Lendenwirbeln erwähnten, aus je zweien verschmolzen sind. Die Form der letzten Schwanzwirbel ist auch hier rundlich.

Alle Repräsentanten der beiden letzten Klassen zeichnen sich durch eine mehr oder weniger bedeutende Breite der Halswirbel im Vergleich zu den übrigen Wirbeln aus, nur *talpa europaea* macht eine Ausnahme, indem auch hier die ersten Lendenwirbel sehr breit sind. Immerhin tritt

dagegen die Breite der übrigen Wirbel auch hier stark zurück. Jene Breite der Halswirbel steht offenbar mit der stärkeren Entwicklung und dem stärkern Gebrauche der vordern Extremitäten bei diesen Thieren im engsten Zusammenhang, weil hierdurch eine grössere Stärke des Halstheils des Rückenmarks, woher die vordern Extremitäten ja ihre Nerven beziehen, bedingt ist. Von der Stärke des Rückenmarks hängt ja die Weite des Markkanals und somit die Breite der Wirbel ab.

Recapituliren wir auch die übrigen Hauptbefunde bei den beiden letzten Klassen kurz, so sehen wir, dass einzelne Fortsätze stärker auftreten können als bei den Affen, andere dagegen mehr zurücktreten. Die Dornfortsätze sind bei den meisten, mit Ausnahme des Epistropheus, der sogar eine bedeutende Grösse erreichen kann, schwach, und zwar besonders an den mittlern Hals- und ersten Brustwirbeln, ja theilweise fehlen sie hier sogar ganz. Auf den hintern Gelenkfortsätzen finden wir bei den meisten mehr oder weniger starke Muskelfortsätze, auf den vordern bei einigen auch schon Mamillarfortsätze. Andeutungen von Hämapophysen kamen fast constant an den Halswirbeln vor. Die Querfortsätze der Rückenwirbel enthalten die Elemente zu drei Fortsätzen, den *processus costalis, accessorius* und *mamillaris*, jedoch ist letzterer nur an den meisten Brustwirbeln integrirender Bestandtheil des Querfortsatzes, an der ganzen übrigen Wirbelsäule ist er mit dem vorderen Gelenkfortsatz verbunden. Der Querfortsatz der Rückenwirbel zerfällt stets früher oder später in seine drei Bestandtheile, von denen jedoch keiner auf den Wirbelkörper rückt. Ihre Grösse kann gleichfalls verschieden stark sein. Die Seitenfortsätze der Lendenwirbel stehen wegen der geringen Entwicklung des Schwanzes auf den Bögen, am Schwanze dagegen stehen sie von vorn herein wegen der Schwäche der Bögen auf den Wirbelkörpern. Ein Zerfallen des Seitenfortsatzes in zwei Fortsätze treffen wir auch hier an. Der *processus mamillaris* tritt an den Lendenwirbeln recht stark hervor, dagegen ist der *accessorius* nur an den beiden ersten vorhanden, was entschieden mit der Kürze des Schwanzes zusammenhängt.

Carnivora.

Mustela foina. (Hierzu siehe Fig. 28, 29 u. 30.) Die Dornfortsätze der Halswirbel sind ausser am zweiten und siebenten sehr schwach, ja dem Atlas fehlt ein solcher ganz; der des Epistropheus ist sehr stark, gross und breit und überragt den folgenden und vorhergehenden Wirbel, der des siebenten Wirbels ragt als recht langer Fortsatz nach vorn. Die Gelenkfortsätze springen vom zweiten Halswirbel an stark hervor und trägt der hintere hier einen starken, abgerundeten und kegelförmigen Muskelfortsatz (Fig. 28 *a*), welcher an den folgenden Wirbeln successiv abnimmt

und am sechsten und siebenten nur noch sehr schwach ist. Der vordere Gelenkfortsatz zeigt nur am dritten und vierten Wirbel eine stärker gewölbte Aussenfläche, Andeutungen von Mamillarfortsätzen. Was endlich die Seitenfortsätze der Halswirbel anlangt, so zeigen sie sehr viel Aehnlichkeit mit denen der früheren Klassen, der des Atlas ist stark, breit und flügelartig und sieht mit der einen Fläche nach unten und ein wenig nach vorn. Die Wirbelarterie durchbohrt ihn horizontal und vertical. Der Seitenfortsatz des Epistropheus ist ein einfacher nach hinten ragender Fortsatz (Fig. 28 *b*). Vom dritten Wirbel an tritt auch eine Seitenfortsatzplatte (*c*) auf, welche an den folgenden Wirbeln successiv wächst und am sechsten ihre grösste Ausdehnung erreicht. Hier ist sie der Längsrichtung der Wirbelsäule parallel gerichtet und steht fast senkrecht. Ueber ihr steht der Seitenfortsatzhöcker (*d*), der die Rudimente des Accessorius enthält, ja hier sondert der Accessorius sich am sechsten und siebenten Wirbel sogar als kleiner nach hinten sehender Fortsatz (Fig. 28 *e*) von ihm ab. Wie weit der Seitenfortsatz dem oberen und wie weit er dem unteren Querfortsatz angehört, war auch hier nicht mit Sicherheit zu entscheiden. — Hämapophysen treten an allen Halswirbeln, mit Ausnahme der beiden letzten, am hintern Wirbelende stärker hervor und endigen am dritten, vierten und fünften sogar in je zwei Höcker.

Rückenwirbel (14). Das Bewegungscentrum der Brustwirbel liegt im vierten, dessen Dornfortsatz grade aufrecht steht und am kleinsten ist. Gegen diesen sind alle übrigen Dornfortsätze geneigt und nehmen von ihm ab an Länge und Breite zu, nur die beiden ersten stehen gleichfalls senkrecht. Die hinteren Gelenkfortsätze der ersten Brustwirbel tragen noch Andeutungen von Muskelfortsätzen, stärker ist der des ersten ausgesprochen, welcher in Form einer scharfen Leiste vorhanden ist.

Die Querfortsätze der beiden ersten Brustwirbel sind kurz und dick und enthalten nur die Elemente zum Accessorius und Costalfortsatz, der Mamillaris sitzt noch auf dem vordern Gelenkfortsatz, tritt jedoch nur am zweiten Wirbel stärker hervor (Fig. 28 *m*). Erst am dritten Wirbel steht er als ein kurzer, etwas nach vorn ragender Fortsatz (*m*) auf der oberen Seite des Querfortsatzes. Bei *martes sylvestris* beschreibt Retzius diesen Fortsatz als Accessorius, dieses ist aber entschieden falsch, denn abgesehen davon, dass er mit dem Heraufrücken des Mamillaris auf den Querfortsatz erst auftritt, kommt der Accessorius nirgends auf der vordern obern Seite des Querfortsatzes und als ein nach vorn ragender Fortsatz vor, sondern höchstens rückt er auf die hintere obere Seite und sieht nach hinten. Die hintere Ecke des hier dreieckigen Querfortsatzes wäre demnach auch nicht, wie Retzius will, als Costalfortsatz, sondern als Accessorius anzusehen. An der Spitze und etwas nach unten trägt der Querfortsatz eine Gelenkfläche für das *tuberculum costae*. Im weitern Verlaufe

nimmt der Querfortsatz eine mehr langgezogene und platte Form an und zwar bildet der Accessorius (Fig. 29 *a*) das hintere, der Mamillaris (29 *b*) das vordere Ende, während der Costalis (*c*) seitlich sitzt und wenig hervortritt. Am elften Wirbel geht der Zerfall des Querfortsatzes vor sich, der Mamillaris rückt auf den Gelenkfortsatz — er überragt ihn beträchtlich (Fig. 29 *d*) — und ist durch eine tiefe Ausbuchtung von dem starken nach hinten und etwas nach aussen ragenden Accessorius (*a*) geschieden. Beide Höcker nehmen weiterhin noch an Stärke zu und der Accessorius umgreift den hintern Gelenkfortsatz am dreizehnten und vierzehnten Wirbel, der Costalis dagegen nimmt gegen das Ende der Brustwirbelsäule hin ab, rückt, am elften noch an der Basis des Mamillaris, etwas höher an demselben hinauf, am dreizehnten und vierzehnten Wirbel tritt er aber nur noch als niedrige Leiste (*c*) hervor. Mit Ausnahme der beiden letzten Wirbel articuliren die Rippenhöcker stets mit den Costalfortsätzen. Die *foveae costales vertebrales* gehören bis zum zehnten Wirbel je zwei Wirbelkörpern an, nur die drei letzten werden ausschliesslich von einem gebildet. Die Parapophyse tritt nirgends als wirklicher Fortsatz hervor. Hier wie auch bei allen Carnivoren fehlen den Rippen accessorische Tuberkel.

Lendenwirbel. Die Dornfortsätze derselben sind mit Ausnahme des letzten nach hinten geneigt, ihre grösste Höhe erreichen sie am dritten Wirbel. In Betreff der *processus accessorii* und *mamillares* (Fig. 30 *a* u. *b*) gilt dasselbe wie an den letzten Brustwirbeln, nur nehmen sie hier successiv an Grösse und Höhe ab, ja ersterer fehlt am letzten Lendenwirbel schon gänzlich. Anders ist es mit den Seitenfortsätzen (Fig. 30 *c*), sie werden successiv länger und stärker und krümmen sich mehr nach vorn. Ihrer Stellung nach gehören sie bei ausgewachsenen Thieren mehr dem Wirbelkörper an. Der letzte Seitenfortsatz zeigt an seiner hinteren Kante noch einen kleinen Höcker (Fig. 30 *d*), der vielleicht als Accessorius aufzufassen ist.

Am Kreuzbein, das aus drei Wirbeln besteht, sind die Dornfortsätze (Fig. 30 *sp*) mässig stark und ein wenig nach vorn geneigt, die *processus obliquo-mamillares* bilden stumpfe, niedrige Höcker (*f*). Der Seitenfortsatz des letzten Kreuzwirbels ragt isolirt nach hinten. In Betreff der Schwanzwirbel mag nur erwähnt werden, dass der Mamillarfortsatz an den vier ersten sehr stark ist, im Uebrigen gilt fast ganz dasselbe wie bei *mustela putorius*, abgesehen davon, dass die einzelnen Fortsätze bei letzterer schwächer sind.

Die übrigen Repräsentanten der Gattung *mustela* zeigen nur in dem stärkeren oder geringeren Hervortreten der einzelnen Fortsätze Abweichungen. Bei *mustela putorius* z. B. sind alle Fortsätze schwächer, besonders an den Lendenwirbeln, hier bilden die drei letzten Dornfort-

sätze sogar nur schwache Kämme. Am Schwanze treten die Bogen gleich anfangs sehr zurück und sind nur bis zum vierten Wirbel vorhanden; Dornfortsätze sind am dritten und vierten Wirbel kaum noch angedeutet. Die Gelenkfortsätze — der Mamillarfortsatz (Fig. 31 *a*) ist gänzlich mit dem vorderen verschmolzen — schon von vorn herein nicht stark, nehmen mit dem Verschwinden der Bogen rasch ab und verschwinden an den mittlern Schwanzwirbeln, der vordere (Fig. 31 *b*) etwas später als der hintere (*c*). Relativ am stärksten sind noch die Seitenfortsätze, die wir nach hinten geneigt sehen, doch auch sie nehmen rasch ab und verschwinden nach dem Zerfallen in einen vorderen (*e*) und hinteren (*f*) bald ganz. — *Spinae haemales* (*h*) sieht man auch an einigen Schwanzwirbeln und zwar stehen sie auf Hämapophysen am vorderen Wirbelende, zur Bildung von wirklichen *arcus haemales* aber kommt es nicht, dieses wie auch die geringe Stärke der Fortsätze ist vielleicht grösstentheils dem geringen Alter des betreffenden Skeletts zuzuschreiben. Im Allgemeinen gilt übrigens hier dasselbe wie bei den Affen, die Wirbelkörper nehmen bis zum neunten Wirbel an Länge zu, dann wieder ab, und gehen anfangs mehr vierkantig schliesslich in eine runde Form über.

C a n i s v u l p e s. Die Halswirbelsäule dieses Thieres unterscheidet sich nicht wesentlich von *mustela*, nur sind die Dornfortsätze des dritten bis sechsten Wirbels relativ bedeutend stärker und die *processus musculares* treten auf den hintern Gelenkfortsätzen nicht als runde Höcker, sondern als rauhe Auftreibungen hervor, übrigens ist ihr Verhalten ganz ähnlich. Dasselbe gilt auch von den Seitenfortsätzen. Ein noch junges Exemplar zeigte, dass die starke Seitenplatte des Atlas ganz und gar dem oberen Querfortsatz angehört und dass der untere Querfortsatz keinen Antheil an ihrer Bildung hat. Am sechsten Halswirbelseitenfortsatz, wo auch noch eine Trennungsgrenze vorhanden war, war die Platte noch nicht ausgebildet, so viel aber sah man, dass der obere Höcker nur dem oberen Querfortsatz angehört und letzterer jedenfalls auch noch an der Bildung der Platte theilnimmt. Auf dem sechsten Seitenfortsatzhöcker und an der Spitze des siebenten Seitenfortsatzes war ebenfalls wie bei *mustela* ein kleines Accessorius-Rudiment. Das Verhalten der Hämapophysen ist an den Halswirbeln gleichfalls wie bei *mustela*, ein Auslaufen in zwei Höcker findet sich aber nur am fünften Wirbel.

R ü c k e n w i r b e l (13). Die beiden ersten Dornfortsätze sind stark über 1″ lang und stehen grade aufrecht, die folgenden nehmen bis zum zehnten, der kurz und zugespitzt ist, ab und neigen sich nach hinten, die übrigen nach vorn, zugleich werden sie wieder stärker. Ein kammförmiger Muskelfortsatz findet sich nur noch am hintern Gelenkfortsatz des ersten Brustwirbels. — Die Querfortsätze der beiden ersten Wirbel sind kurz und dick und tragen an ihrer Spitze eine Gelenkfacette. Die

Elemente zu drei Fortsätzen, wie RETZIUS angiebt, enthalten sie noch nicht, vielmehr sitzt der Mamillarfortsatz noch an dem vordern Gelenkfortsatz, tritt jedoch nur am zweiten Brustwirbel stärker hervor. Sein Aufrücken auf den Querfortsatz findet auch hier wie bei *mustela* erst am dritten statt, überhaupt zeigen die Querfortsätze hier sehr ähnliche Verhältnisse, nur sind sie nicht so langgezogen. Der achte, neunte und zehnte sind an der Spitze rhombisch mit vorderer und oberer mamillarer, hinterer accessorischer und unterer costaler Kante. Am elften Brustwirbel zerfällt der Querfortsatz; der Mamillarfortsatz ist auf den Gelenkfortsatz gerückt, überragt ihn aber nicht bedeutend, der Accessorius ragte als ziemlich langer, griffelförmiger Fortsatz nach hinten, ohne sich an den vordern Gelenkfortsatz zu legen, und der Costalis steht hier wie auch an den folgenden Wirbeln als niedriger Kamm an des letztern Basis. Weiterhin wachsen die beiden ersteren Fortsätze rasch, der Mamillaris überragt den Gelenkfortsatz beträchtlich und der Accessorius umgreift letzteren. Gleichwie der Costalfortsatz sind auch die Rippentuberkel an den letzten Rippen sehr schwach, ja sie scheinen mitunter ganz zu fehlen. Die *foveae costales vertebrales* werden mit Ausnahme der beiden letzten von je zwei Wirbeln gebildet, ein Parapophysenhöcker tritt nirgends auf.

Lendenwirbel (7). Die Dornfortsätze derselben erreichen am fünften Wirbel ihre grösste Höhe, alle sind ziemlich breit und stark und neigen sich etwas nach vorn. Die *processus mamillares* und *accessorii* nehmen rasch ab, letztere sind hier überhaupt gleich anfangs nicht sehr stark, sie fehlen jedoch erst am letzten Wirbel, allerdings bilden sie vom dritten bis sechsten Wirbel nur eine schwache Leiste. In Betreff der Seitenfortsätze gilt dasselbe wie bei *mustela*, sie sind recht lang und gehören dem Wirbelkörper an. Vom letzten Brust- bis zum vierten Lendenwirbel treffen wir am Wirbelkörper schwache Hämapophysenkämme.

Das Kreuzbein, welches aus drei Wirbeln besteht, hat sehr schwache *processus obliquo-mamillares* und *spinosi*, von letzteren macht nur der des mittleren Wirbels eine Ausnahme.

Der Schwanz zeigt im Allgemeinen grosse Analogie mit dem der langschwänzigen Affen. In Betreff der Länge der einzelnen Wirbel gilt ganz dasselbe. Der Dornfortsatz tritt nur an den drei oder vier ersten Wirbeln als schwache Leiste auf. Der Bogen verliert rasch an Ausdehnung und verschwindet schon am sechsten Wirbel, nachdem er am fünften noch in zwei sehr kleine und nahe bei einander stehende hintere Gelenkfortsätze auslief. Die Gelenkfortsätze articuliren nur an den vier ersten Wirbeln mit einander und tragen die vorderen mässig starke Mamillarfortsätze, die am vierten Wirbel sogar von ihnen abgesetzt sind. Die vorderen bleiben bis zum Schwanzende stets stärker als die hinteren und stehen bedeutend

weiter auseinander. Die hinteren scheinen schliesslich zu einem Höcker zu verschmelzen, sie verschwinden früher als die vorderen, die fast bis zum letzten Wirbel zu verfolgen sind. Die Seitenfortsätze sind anfangs mässig stark und nach hinten geneigt, im Verlaufe nehmen sie allmählig an Grösse ab und zerfallen am fünften oder sechsten in einen vorderen und hinteren Fortsatz Vollständige *arcus haemales* fanden sich nur am dritten bis fünften Wirbel, und zwar standen alle auf mit dem Wirbel verschmolzenen Hämapophysen. Letztere bestehen nach dem Verschwinden jener noch fort und lassen sich bis zum vorletzten Wirbel nachweisen. Die Schwanzwirbel sind von Anfang an mehr rund als vierkantig, die letzten sind ganz rund.

Die übrigen Repräsentanten der Gattung *canis* zeigen, abgesehen von der grössern Stärke oder Schwäche einiger Fortsätze, keine wesentlichen Abweichungen vom Fuchse. Bei fast allen sind die *processus accessorii* an den Lendenwirbeln stärker und bilden bis zum vierten oder fünften griffelförmige Fortsätze. Ein *tuberculum costae* scheint, wenn auch schwach, überall an der letzten Rippe zu existiren. Ein *canis familiaris britannicus* hatte an der einen Seite des ersten Lendenwirbels eine kurze mit dem Seitenfortsatz verschmolzene Rippe.

Felis lynx. Als allgemeines Charakteristikon der ganzen Gattung *felis* gegenüber den *canes* tritt uns eine relativ viel beträchtlichere Länge der Lendenwirbelsäule entgegen, während die Halswirbelsäule etwas kürzer zu sein scheint. Der Dornfortsatz des Epistropheus ist auch hier sehr stark und breit und überragt die beiden anstossenden Wirbel, deren Dornfortsätze sich nur als schwache Leisten repräsentiren, die der übrigen Halswirbel verlängern sich successiv, sind jedoch nur schmal. Die Muskelfortsätze, die nur am Atlas fehlen, sind am dritten, vierten und fünften Halswirbel als kleine, nach hinten ragende Höcker vorhanden, doch stehen sie hier mehr auf dem Bogen als auf den Gelenkfortsätzen. Die hinteren Gelenkfortsätze des dritten bis siebenten Wirbels sind seitlich durch Mamillarfortsätze aufgetrieben, ja am vierten und fünften Wirbel treten letztere sogar als wirkliche Fortsätze hervor. Was endlich die Seitenfortsätze anbetrifft, so ist der des Atlas stark und breit, und scheint auch grösstentheils vom oberen Querfortsatz gebildet zu werden, denn dieser ist hier zwei bis drei Mal so breit als der untere. Hieraus folgt selbstverständlich, dass ein *foramen intertransversarium* sich nur am hintern Theil des Seitenfortsatzes finden kann. Die folgenden Seitenfortsätze weichen nur in sofern von *mustela* ab, als die Platten etwas stärker entwickelt und wenig anders geformt sind. Der siebente trägt an seiner Spitze einen kleinen nach hinten und oben sehenden accessorischen Höcker, letzterer ist an den vorhergehenden Wirbeln nur sehr schwach angedeutet. Je zwei Hämapophysenhöcker, die nach vorn in einen Kamm

auslaufen, finden sich mit Ausnahme des Atlas an den fünf ersten Wirbeln, die beiden folgenden haben nur noch einen schwachen Kamm.

Die Dornfortsätze der Rückenwirbel, schmal, lang und die ersten knopfförmig endend, nehmen bis zum zehnten successiv an Neigung nach hinten zu, an Höhe dagegen ab. Der zehnte ist an seiner Spitze gabelförmig getheilt zur Aufnahme des nach vorn geneigten elften. Letzterer ist der kürzeste, der zwölfte und dreizehnte nehmen besonders an Breite wieder zu, sind übrigens auch nach vorn gewendet. Ein Muskelfortsatz findet sich nur auf dem Gelenkfortsatz des ersten Brustwirbels. Das Verhalten der Querfortsätze ist an den ersten und mittlern Brustwirbeln ganz wie bei den früheren. Am elften Wirbel beginnt die Lendenwirbelformation, der Mamillarfortsatz ist auf den vordern Gelenkfortsatz gerückt, der Accessorius ragt nach hinten und der Costalis steht an der Basis des Bogens, ist noch recht stark und articulirt mit dem *tuberculum costae*. Diese Articulation findet an den folgenden Wirbeln wegen Schwäche des Costalis nicht mehr statt. Der Mamillarfortsatz und Accessorius sind an den drei letzten Brustwirbeln sehr stark und stehen durch einen ausgehöhlten Knochenkamm, der an den Lendenwirbeln allmählig verschwindet, in Verbindung.

Die sieben Lendenwirbel sind, wie schon erwähnt, sehr lang und besitzen mässig starke Dornfortsätze, die erst stark, dann schwächer nach vorn ragen. Ihre grösste Höhe erreichen die Dornfortsätze am vierten Wirbel. Die *processus mamillares* und *accessorii* nehmen rasch an Stärke ab, letztere bilden am fünften und sechsten Wirbel nur noch schwache Leisten und fehlen am letzten ganz. Der *processus mamillaris* bleibt dagegen an allen Lendenwirbeln scharf vom vorderen Gelenkfortsatz abgesetzt. Die Seitenfortsätze verhalten sich wie bei *canis vulpes*, nur sind sie länger, mehr nach vorn geneigt, laufen spitzer aus und sind an ihrer oberen Seite ausgehöhlt.

Das Kreuzbein hat wie bei *canis vulpes* schwache *proc. obliquo-mamillares*. Seine Dornfortsätze nehmen successiv ab und sind mit Ausnahme des ersten an der Spitze verdickt. Der Seitenfortsatz des letzten Wirbels ist nicht mit den übrigen verschmolzen, sondern ragt hier nach hinten.

Der ziemlich kurze Schwanz zeigt durchaus ähnliche Verhältnisse wie bei *canis vulpes*, nur verschwinden einige Fortsätze früher. Der hintere Gelenkfortsatz ist z. B. schon am achten Wirbel nicht mehr nachweisbar, während die vorderen sich noch bis zum viertletzten verfolgen lassen. An den letzten Schwanzwirbeln, deren Form rund ist, sind die verdickten Enden nur noch die Ueberreste der einzelnen Fortsätze. Vom vierten Wirbel an treten am vorderen Wirbelende je zwei Hämapophysen auf und lassen sich ziemlich lange verfolgen; *spinae haemales* fehlen gänzlich.

Felis tigris zeigt im Ganzen grosse Uebereinstimmung mit dem vorigen, jedoch sind die einzelnen Fortsätze wohl noch etwas stärker. Dies gilt an den Halswirbeln besonders vom Dornfortsatz des Epistropheus, der an seinem hintern Theile zugleich sehr verdickt ist. Der Mamillaris überragt den vorderen Gelenkfortsatz nur am vierten Wirbel. In Betreff der Seitenfortsätze ist nur zu erwähnen, dass der untere Querfortsatz des Atlas im Verhältniss zum oberen weit breiter ist als bei *lynx*. Der ganze Seitenfortsatz ist um eine transversale Achse ein wenig aus der Horizontalebene gedreht und sieht mit seiner unteren Fläche etwas nach vorn.

Die Dornfortsätze der Brustwirbel sind ganz wie beim Luchs, nur etwas stärker. Während bei letzterem ein Muskelfortsatz nur am ersten Brustwirbel vorhanden war, ist ein solcher bei *felis tigris* auch noch am zweiten recht stark ausgeprägt. Die Querfortsätze sind vom dritten Wirbel an, wo der Mamillarfortsatz auf sie gerückt ist, an der Spitze verdickt und dreikantig, kantig, mit vorderer, oberer und hinterer Kante. Die ersteren beiden scheinen dem Mamillarfortsatz zu entsprechen, denn im weiteren Verlaufe nähern sie sich, so wie der Querfortsatz breiter und platter wird, mehr und mehr und rücken am elften Wirbel als Mamillaris auf den vorderen Gelenkfortsatz. Die hintere Ecke scheint die beiden anderen Fortsätze zu enthalten, denn am elften Wirbel wird sie leicht gefurcht und aus ihr gehen der Accessorius und Costalis hervor. Der Mamillaris und Accessorius sind an den beiden letzten Brustwirbeln (am zwölften und dreizehnten) sehr stark, ersterer überragt seinen Gelenkfortsatz bedeutend, letzterer neigt sich nach hinten und lehnt sich am dreizehnten Wirbel fest an den vorderen Gelenkfortsatz, hinten an seiner Basis befindet sich der Costalfortsatz, der sich als mässig starke Rauhigkeit von hier bis auf den Wirbelkörper fortsetzt; am stärksten tritt der Costalis am vorletzten Brustwirbel hervor.

An den Lendenwirbeln sehen wir starke, breite und wenig nach vorn geneigte Dornfortsätze, die ihre grösste Höhe am dritten Wirbel erreichen. Die Mamillarfortsätze sind stark und lang, sonst ist alles analog wie beim vorigen. — Das Kreuzbein zeigt auch nichts Abweichendes, die *processus obliquo-mamillares* sind recht stark und lang und nach vorn geneigt, welches letztere wohl auf Rechnung der Mamillarfortsätze zu schreiben ist, weil dieselben auch an den Lendenwirbeln stark nach vorn geneigt sind.

Die Schwanzwirbel, deren Zahl 24 beträgt, nehmen bis zum achten an Länge zu, dann successiv wieder ab; ihre Gestalt ist ähnlich wie bei *lynx*, jedoch die einzelnen Fortsätze stärker. Geschlossene Bogen finden sich nur an den sieben ersten Wirbeln, am achten Wirbel findet sich jederseits nur noch ein leistenförmiges Rudiment, das nach hinten in den hin-

teren Gelenkfortsatz ausläuft. Letztere stehen noch etwas vom hinteren Wirbelende entfernt. Aeusserst schwache Andeutungen von Dornfortsätzen sieht man nur an den vier ersten Wirbeln. Die Mamillarfortsätze sind bis zum fünften Wirbel noch sehr deutlich von den vorderen Gelenkfortsätzen abgesetzt, weiterhin verschmelzen beide gänzlich und bilden starke nach vorn ragende Fortsätze. Hiergegen treten die hinteren Gelenkfortsätze, die allmählig das hintere Wirbelende erreichen, sehr stark zurück. Die Seitenfortsätze anfangs lang und nach hinten gerichtet, werden successive kleiner und zerfallen am siebenten Wirbel in zwei Fortsätze, von denen anfangs der vordere, dann der hintere stärker ist. Vom zweiten bis sechsten Wirbel lässt sich an dem Seitenfortsatz noch ein kleiner Höcker nachweisen, der zuerst an der vorderen Kante desselben, später auf seiner oberen Seite sitzt und im Verlaufe an Stärke einbüsst. In den Zwischenräumen des zweiten bis achten Wirbels finden sich geschlossene *arcus haemales*, die jedoch gleich anfangs auf Hämapophysen stehen. Letztere bestehen auch hier nach dem Verschwinden ersterer noch lange fort und bleiben recht stark. An den letzten Schwanzwirbeln lassen die einzelnen Fortsätze sich nicht mehr gesondert erkennen, auf ihr Vorhandensein aber weisen die verdickten Wirbelenden hin.

Felis catus domesticus schliesst sich in Bezug auf Hals-, Brust- und Lendenwirbel ohne wesentliche Abweichungen an *felis lynx*; dagegen stimmen die Kreuz- uud Schwanzwirbel mehr mit *felis tigris* überein, nur sind an letzteren die Dornfortsätze etwas schwächer ausgeprägt und die ersten Seitenfortsätze sind breiter und ohne Höcker; endlich ist noch zu erwähnen, dass die Hämapophysen weit schwächer sind und nur an einigen Wirbeln schwache *spinae haemales*, die sich nirgends zu einem *arcus haemalis* schliessen, tragen.

Ursus americanus. Dieses Thier zeichnet sich im Allgemeinen durch seine kräftigen Fortsätze aus. Der Dornfortsatz des Epistropheus ist stark und hinten sehr breit, überragt jedoch den dritten Wirbel sehr wenig, vorn dagegen legt er sich fest auf den Atlas, dessen Dornfortsatz schwach ist. Am dritten Wirbel wird der Dornfortsatz durch einen mässig hohen Kamm repräsentirt, von hier nimmt er bis zum siebenten Wirbel wieder an Höhe zu. Die Gelenkfortsätze treten mit ihren Mamillar- und Muskelfortsätzen, welcher letztere besonders stark am dritten Wirbel ist, sehr hervor. In Betreff der Seitenfortsätze ferner fällt im Vergleich mit *felis tigris* die Stärke derselben auf, dabei sind sie jedoch kürzer und weniger nach hinten geneigt. Die Platten derselben sind ausserdem nach unten mehr abgerundet. Von Hämapophysen finden sich nur sehr schwache Andeutungen.

Die Dornfortsätze der Brustwirbel sind kürzer und kräftiger als bei *felis* und neigen sich mit Ausnahme des ersten und letzten, die senkrecht

stehen, nach hinten. Ersteres gilt auch von den Querfortsätzen, auch sie sind kurz und stark und an der Spitze kolbig verdickt. Die einzelnen Elemente desselben verhalten sich im Grossen und Ganzen wie bei den früheren, der Mamillaris rückt am dritten Wirbel auf ihn. An der Spitze des Querfortsatzes des ersten Brustwirbels wie auch schon des letzten Halswirbels findet sich ein kurzer nach oben und hinten sehender Accessorius. Am zwölften Wirbel erfolgt endlich das Zerfallen des Querfortsatzes, nachdem er sich an den vorhergehenden Wirbeln allmählig verbreitert hatte, in seine Bestandtheile, der Mamillaris ist auf den Gelenkfortsatz gerückt, bleibt jedoch hier wie auch an den folgenden Wirbeln, wo beide Fortsätze sich noch vergrössern, durch einen ausgehöhlten Kamm mit dem Accessorius verbunden. Letzterer lehnt sich erst am vierzehnten Wirbel an den Gelenkfortsatz und trägt vom zwölften an an seiner Basis einen mässig starken Costalfortsatz, der jedoch nicht mehr mit den Rippen articulirt. Die Parapophysen treten nicht als Höcker hervor.

In Betreff der Dornfortsätze und Mamillarfortsätze der Lendenwirbel ist nur zu erwähnen, dass sie kürzer und kräftiger sind als bei den früheren. Die *processus accessorii*, am ersten Lendenwirbel noch sehr stark, nehmen rasch bis zum Verschwinden am fünften ab. Was endlich die Seitenfortsätze anlangt, so sind sie mässig stark und ein wenig nach vorn und unten geneigt. Der Stellung nach gehören sie anfangs mehr dem Körper, weiterhin mehr dem Bogen an. — Das Kreuzbein besteht aus sechs Wirbeln und ist mit mässig starken Dornfortsätzen, von denen die vier letzten zu einem Kamm verschmolzen sind, versehen. Die *processus obliquo-mamillares* treten nur an den drei ersten falschen Wirbeln stärker hervor, an den übrigen bilden sie niedrige Auftreibungen.

Die Schwanzwirbel sind rudimentär. Erwähnenswerth wären nur an den beiden ersten die breiten Seitenfortsätze.

Nasua rufa schliesst sich sehr eng an *felis catus domesticus*. An den Halswirbeln sind nur die Muskelfortsätze stärker und die Seitenfortsätze mehr gedreht. Die Querfortsätze der Brustwirbel zeigen grosse Uebereinstimmung mit denen des *ursus americanus*, jedoch hat der Costalfortsatz sich an einigen der mittleren Brustwirbel durch eine schwache Furche von den *processus mamillares* und *accessorii* getrennt. — An den Lendenwirbeln sind die Seitenfortsätze etwas kürzer als bei *felis* und mehr nach vorn und unten geneigt. Am Schwanze und Kreuzbein tritt uns keine wesentliche Abweichung entgegen.

Fassen wir die Resultate der Befunde in dieser letzten Klasse kurz zusammen, so ist wohl als das wichtigste und gemeinsamste Kennzeichen die Länge und Stärke der ersten Rückenwirbel-Dornfortsätze anzusehen. Ausserdem finden wir eine kräftige Entwicklung der Halswirbel und ihrer Fortsätze, nur von den Dornfortsätzen galt an einigen Wirbeln das Gegen-

theil. Besonders stark waren bei allen der Dornfortsatz des Epistropheus und der Seitenfortsatz des Atlas. Als sehr constant trat uns auch das starke Hervortreten der Gelenkfortsätze mit ihren Mamillar- und Muskelfortsätzen entgegen, letzere beiden Fortsätze sehen wir vom zweiten bis siebenten Halswirbel bei allen Carnivoren auftreten, natürlich bei einigen stärker, bei anderen schwächer. Der Muskelfortsatz ist stärker als der Mamillarfortsatz und tritt bei manchen noch am ersten oder am ersten und zweiten Brustwirbel auf. Fast überall lässt sich auf dem Seitenfortsatz des siebenten, bei manchen auch noch des sechsten Halswirbels ein kleiner Accessorius nachweisen. Den Mamillarfortsatz sehen wir bei allen Carnivoren bis zum zweiten Brustwirbel auf dem vorderen Gelenkfortsatz verbleiben und am dritten erst auf den Querfortsatz rücken. Letzterer zerfällt an den letzten Brustwirbeln früher oder später wieder in seine drei Bestandtheile, von denen der Mamillaris und Accessorius sehr stark hervortreten, dagegen der Costalis schwach ist. In Bezug auf die Lendenwirbelsäule zeichnet sich die Gattung *felis* durch die Länge seiner Wirbel, leichten Bau und grössere Neigung der Seitenfortsätze nach vorn und unten aus. Bei allen sind die Mamillarfortsätze an den Lendenwirbeln sehr stark und überragen die Gelenkfortsätze, die *processus accessorii* dagegen werden schon an den mittleren Wirbeln schwach. Die Seitenfortsätze der ersten Lendenwirbel stehen bei allen auf dem Wirbelkörper, beim kurzschwänzigen Bären sind sie dem Bogen am nächsten gerückt. Im weiteren Verlaufe nähern sie sich mehr dem Bogen, so dass sie schliesslich fast zwischen Körper und Bogen stehen. Kreuzbein und Schwanz zeigten nichts Wichtiges.

Pinnipedia.

Trichechus Rosmarus. Wegen Schmalheit der Halswirbelbögen im Vergleich zum Körper müssen grosse Zwischenräume zwischen ihnen entstehen. Der Dornfortsatz des ersten Halswirbels (Fig. 32 *df*) ist schwach, der des Epistropheus bildet eine beilförmge, mässig starke Platte, der dritte ist wieder schwächer und ein einfacher Höcker. Von hier bis zum siebenten wachsen sie stetig an Höhe und Stärke. Die Gelenkfortsätze mit ihren Muskel- und Mamillarfortsätzen sind weit schwächer als bei den Raubthieren, letzterer Fortsatz lässt sich vom dritten Wirbel an nachweisen, tritt jedoch nur am fünften etwas stärker (Fig. 32 *m*) hervor, der Muskelfortsatz dagegen ist nur vom zweiten bis fünften Wirbel deutlich nachweisbar. Die Seitenfortsätze verhalten sich noch sehr ähnlich wie bei den Carnivoren, nur sind sie etwas schwächer und stehen fast grade nach aussen. Der Seitenfortsatz des Atlas ist plattenförmig (Fig. 32 *a*), etwa um einen Winkel von 45° aus der Horizonalebene gedreht und wird auch hier entschieden fast ganz vom obern Querfortsatz

gebildet, denn dieser ist im Vergleich zur Parapophyse sehr breit. Vom vierten Wirbel an zeigen die Seitenfortsätze auch einen oberen Höcker (*b*) und untere Platte (*c*), die sich wesentlich wie bei den früheren ausnehmen. Die Spitze des oberen Höckers bildet der Accessorius, der an einigen als kleiner Höcker (*d*) auftritt. Hämapophysen sind an allen Halswirbeln vorhanden.

Brustwirbel. Die Dornfortsätze (Fig. 32 u. 33) sind bis auf den letzten, der grade aufrecht steht, nach hinten geneigt und nehmen, schon anfangs nicht sehr stark, im Verlaufe noch an Höhe ab, nur die beiden letzten sind wieder etwas stärker und höher. Schwache Muskelfortsätze lassen sich in Form runder Auftreibungen bis zum zehnten Wirbel auf den hinteren Gelenkfortsätzen nachweisen. Dagegen sind die Mamillarfortsätze schon am zweiten Brustwirbel auf die Querfortsätze gerückt. Letztere sind kurz und stark und besitzen etwas verdickte dreieckige Köpfe, jedoch sind die Ecken etwas abgerundet. Der vordere repräsentirt den *processus mamillaris* (Fig. 32 *f*), der hintere obere den *proc. accessorius* (*g*) und der hintere untere den *proc. costarius* (Fig. 32 *h*). Letzterer ist an den mittleren Brustwirbeln durch eine Furche von den beiden anderen getrennt und tritt stark hervor (Fig. 33 *p*). Am zwölften Brustwirbel rückt der Mamillarfortsatz (Fig. 33 *b*) auf den Gelenkfortsatz (*c*), verdickt ihn beträchtlich und ist durch eine am hintern Ende bis auf den Bogen verlaufende starke Furche von ihnen getrennt; der Accessorius (*a*) dagegen erreicht keine bedeutende Ausdehnung, zerfällt aber an den letzten Brustwirbeln in zwei stumpfe niedrige Höcker, die fast grade über einander stehen (Fig. 33 *e* u. *f*). Der Costarius, der am dreizehnten Wirbel noch sehr stark war (Fig. 33 *g*), ist am vierzehnten mit dem oberen Rande der *fovea costalis vertebralis* fast ganz verschmolzen, es findet sich nur noch eine niedrige Erhabenheit vor. Wenn Retzius den unteren Accessorius des letzten Brustwirbels als Costalis auffasst, so ist das, abgesehen davon, dass man das allmählige Zerfallen des Accessorius in zwei Fortsätze genau verfolgen kann, schon deshalb unwahrscheinlich, weil der Costalis am dreizehnten noch vor dem Accessorius steht und am vierzehnten nun auf einmal unter ihn gerückt sein musste. Solche plötzliche Lageveränderung kommt sonst nicht vor. Der gewichtigste Grund aber gegen die Annahme von Retzius ist das Vorkommen beider accessorischer Höcker (Fig. 33 *h* u. *i*) an den ersten Lendenwirbeln. — Die *foveae costales vertebrales* werden auch hier zuletzt nur von je einem Wirbel gebildet, eine wirkliche Parapophyse tritt jedoch nirgends hervor. Die Tuberkel der letzten Rippen articuliren nicht mehr mit den Costalfortsätzen und sind sehr schwach, accessorische Tuberkel fehlen allen Pinnipediern gänzlich.

Lendenwirbel. Hier sind die Dornfortsätze gleichfalls kurz und

stehen senkrecht. Die Mamillarfortsätze verhalten sich wie an den letzten Brustwirbeln, nur werden sie successiv schwächer. Die accessorischen Höcker verschmelzen am vierten Lendenwirbel wieder zu einem einzigen (Fig. 34 *a*) und lassen sich auch noch am letzten nachweisen. Am ersten Lendenwirbel findet sich eine sehr kurze Rippe (*k*), die mit einem niedrigen Höcker articulirt. — Die Seitenfortsätze stehen anfangs zwischen Körper und Bogen, rücken jedoch im Verlaufe etwas auf den letzteren; sie neigen sich nach vorn und unten und nehmen wie überall an Grösse zu. An der unteren Fläche der Lendenwirbelkörper verläuft ein mehr oder weniger scharfer Hämapophysenkamm.

Das Kreuzbein zeigt nichts Wichtiges, seine *processus spinales* und *obliquo-mamillares* sind mässig stark (Fig. 34 *c*). Die Schwanzwirbel sind im Allgemeinen plattrund und nur noch die drei ersten tragen Bogen mit schwachen Fortsätzen, von denen die Seitenfortsätze (Fig. 34 *d*) noch am stärksten hervortreten und nach vorn und oben sehen. Hämapophysen fehlen.

Phoca groenlandica. An den Halswirbeln treffen wir wenig Abweichendes vom vorigen. Die Dornfortsätze sind schwächer, dagegen Mamillarfortsätze, Muskelfortsätze und Hämapophysen weit stärker. Letztere werden am Atlas durch einen Höcker, von hier bis zum sechsten Wirbel durch je zwei nach vorn in einen Kamm auslaufende Höcker repräsentirt; am siebenten Hals- und ersten Brustwirbel werden sie noch durch einen Längskamm angedeutet.

Sämmtliche Dornfortsätze der Rückenwirbel sind fast gleich lang und nach hinten geneigt, ihre Grösse ist nicht beträchtlich, die der vorderen Brustwirbel sind niedriger, die der mittleren und hinteren länger als beim Walross. Der Querfortsatz des ersten Brustwirbels ist kurz und dick, fast birnförmig, mit oberer, hinterer, accessorischer Spitze und unterem Costarius. Durch das Hinaufrücken des Mamillarfortsatzes auf den Querfortsatz wird der des dritten Wirbels mehr dreieckig mit oberer mamillarer, hinterer accessorischer und vorderer costaler Ecke. Diese dreieckige Form behalten die Querfortsätze im Wesentlichen bis zum elften Brustwirbel, wo der Mamillaris wieder auf den Gelenkfortsatz rückt, bei, sie wird nur dadurch successiv etwas mehr modificirt, dass vom dritten Wirbel der Accessorius durch eine schwache Furche in zwei Hälften getheilt wird. Diese Furche vertieft sich weiterhin mehr und mehr und führt endlich zum vollständigen Zerfallen des Accessorius in zwei Höcker. Eine anfangs zwischen dem Accessorius und Costalis vorhandene Furche dagegen flacht sich successiv mehr ab und schwindet endlich gänzlich. Die beiden Höcker des Accessorius bleiben an den Brustwirbeln sehr klein und stehen auch hier am letzten gerade über einander; der untere steht grade hinter dem Costalfortsatz. Wie unrichtig es ist, den unteren

accessorischen Höcker für den Costalfortsatz zu halten, lässt sich hier noch leichter als beim Walross erkennen. Der Mamillarfortsatz überragt den Gelenkfortsatz an den letzten Brustwirbeln beträchtlich und ist deutlich von ihm abgesetzt. Der Costalis ist vom zwölften bis fünfzehnten Wirbel niedrig und breit und nur durch Bandmasse mit dem Tuberkel der Rippe verbunden. Accessorische Rippentuberkel fehlen auch hier. Ueber die *foveae costales vertebrales* gilt dasselbe wie beim vorigen, nur sei nachträglich noch erwähnt, dass sie bei den Pinnipediern zum Theil den Bögen angehören. Hämapophysenkämme finden sich recht stark an den drei letzten Brustwirbeln, sie laufen hinten in zwei Höcker aus.

Lendenwirbel. Die Dornfortsätze sind wie bei *trichechus* niedrig, jedoch hinten getheilt. Dieses war auch schon an den letzten Brustwirbeln der Fall. Die Mamillarfortsätze sind grösser als beim vorigen, dagegen die accessorischen Höcker wohl etwas schwächer, ihr Verhalten ist übrigens ganz analog, auch am letzten Lendenwirbel sind sie noch schwach nachweisbar. Die Seitenfortsätze sind ziemlich lang und neigen sich nach vorn und unten. Eine Haupteigenthümlichkeit dieses Thieres besteht in den starken Hämapophysenkämmen, die wir an den Lendenwirbeln antreffen und die ausser am letzten Wirbel hinten in je zwei Hämapophysen auslaufen. — Das Kreuzbein zeigt mässig starke Dornfortsätze, jedoch stärkere *processus obliquo-mamillares*, Hämapophysen finden sich nicht an ihm. — Der Schwanz hat an seinen beiden ersten Wirbeln noch mässig starke Dornfortsätze, verhält sich sonst aber ganz wie beim Walross, nur ist er etwas länger.

Im Allgemeinen stehen die Pinnipedier den Carnivoren noch sehr nahe, am Halse ist der ganze Bogen mit seinen einzelnen Fortsätzen schwächer. Die Querfortsätze der Rückenwirbel zeigen das Eigenthümliche, dass der schwache Accessorius in zwei Höcker zerfällt, eine Wiedervereinigung derselben findet an den mittleren Lendenwirbeln statt. Ausserdem ist der Accessorius, wenn auch schwach am letzten Lendenwirbel nachweisbar. Die *foveae costales vertebrales* wurden bei den ausgewachsenen Thieren zum Theil von den Bögen gebildet. — Die Lendenwirbel besitzen recht starke Mamillar- und Seitenfortsätze, letztere stehen höher als bei den meisten Carnivoren, dagegen sind die Dornfortsätze und Accessorii schwach. Das Kreuzbein und der Schwanz zeigen nichts Wichtiges, nur findet sich am letzteren die Eigenthümlichkeit, dass die Seitenfortsätze statt nach hinten nach vorn und oben gerichtet sind.

Sehr wichtig ist entschieden die starke Entwicklung von Hämapophysenkämmen an den letzten Brust- und allen Lendenwirbeln. Sie sind, wie Owen richtig bemerkt, dazu bestimmt, den starken *Musculi psoae* und dem *M. longus colli* hinreichende Anheftungspunkte zu geben. Jener

Muskeln bedarf dieses Thier, um den schwerfälligen Körper auf dem Lande fortschleppen zu können.

Rodentia.

Lepus timidus. Die Dornfortsätze der Halswirbel sind ausser am Epistropheus, wo ein solcher in Gestalt eines etwa 2‴ hohen und den Atlas zur Hälfte überragenden Kammes vorhanden ist, ziemlich schwach, ja sie fehlen dem Atlas ganz. Im Verlaufe nehmen sie an Grösse zu und erreichen am sechsten und siebenten Halswirbel eine Höhe von etwa 2‴. Durch stärkeres Vorspringen der Gelenkfortsätze erscheinen die Wirbelbögen oben abgeflacht, Muskelfortsätze sind jedoch nur an den beiden letzten als kleine rundliche Höcker deutlich ausgebildet; die Mamillarfortsätze dagegen fehlen gänzlich. Die Seitenfortsätze der Halswirbel verhalten sich sehr ähnlich wie bei den früheren Klassen. Der des Atlas bildet eine mässig lange und breite, an der Spitze etwas verbreiterte und nach hinten gerichtete Platte, deren untere Fläche ein wenig nach vorn sieht. Der Seitenfortsatz wird auch hier sicherlich grösstentheils vom oberen Querfortsatz gebildet, da der untere weit schmäler ist. Am Epistropheus besteht der Seitenfortsatz aus einem einfachen, stark nach hinten geneigten Fortsatz. Am dritten Wirbel hat derselbe sich in eine niedrige, breite und nach unten geneigte Platte umgewandelt. Von dem hinteren Rande dieser Platte trennt sich ein successiv höher rückender accessorischer Fortsatz, der am sechsten Halswirbel über der Platte steht und grade nach aussen sieht. Die Platten der mittleren Halswirbel legen sich seitlich dachziegelförmig über einander. Der siebente Halswirbel besass an mehreren Exemplaren ein *foramen intertransversarium,* jedoch fehlt dasselbe nach Owen auch sehr häufig. Am Atlas findet sich eine kleine zapfenförmige Hämapophyse, an den beiden folgenden Wirbeln treten je zwei Hämapophysenhöcker auf, weiterhin verschwinden sie allmählig.

Rückenwirbel. Die Dornfortsätze derselben sind schmal, recht lang, besitzen eine verdickte Spitze und erreichen am fünften Wirbel ihre grösste Höhe, um alsdann wieder abzunehmen. Das Bewegungscentrum der Brustwirbel wird durch die senkrechte Stellung des zehnten Dornfortsatzes angezeigt, alle übrigen neigen sich gegen diesen. Die Querfortsätze sind bis zum achten Wirbel ungetheilt, jedoch tritt am letzteren schon eine stärkere Sonderung in ein vorderes mamillares und hinteres accessorisches und costales Element ein. Ob der Mamillarfortsatz am ersten Brustwirbel sich noch auf dem vorderen Gelenkfortsatz oder schon auf dem Querfortsatz befand, war nicht mit Sicherheit zu eruiren, wahrscheinlicher jedoch schien uns das erstere. Auf dem ersten Querfortsatz befand sich ein kleiner nach oben und hinten gerichteter Accessorius.

An der Spitze der Querfortsätze der acht ersten Brustwirbel finden sich Gelenkflächen für die *tub. costarum*. Letztere zeigen hier ein besonderes Verhalten, sie überragen nämlich die Querfortsätze als starke Zapfen anfangs sehr bedeutend, bis zur achten Rippe reduciren sie sich jedoch allmählig zu ihrer gewöhnlichen Grösse. Am neunten Wirbel ist der Querfortsatz wieder zerfallen, der Mamillaris ist auf den Gelenkfortsatz gerückt, während der Accessorius und Costalis allerdings noch zusammenhängen, doch schon durch eine Furche theilweise getrennt sind, und zwar steht letzterer vor und unter ersterem. Diese Trennung hat sich am zehnten Wirbel, wo der Costalis schwach und der Accessorius kurz, dick und rückwärts geneigt ist, noch weiter vollzogen. An den beiden letzten Brustwirbeln ist der Costalis nur noch rudimentär und mit dem oberen Rande der *fovea costalis vertebralis* verschmolzen, eine Articulation desselben mit dem Rippentuberkel findet nur bis zur neunten Rippe statt, dann verschmilzt letzteres allmählig mit dem *caput costae*. Der Accessorius wird an den letzten Brustwirbeln gleichfalls rudimentär; anders ist es mit dem Mamillarfortsatz, dieser wächst bis zum zwölften Wirbel, überragt den Gelenkfortsatz beträchtlich und besitzt sogar an einigen Wirbeln selbstständige Epiphysen. Die vier letzten *foveae costales vertebrales* werden nur von je einem Wirbel gebildet, die Parapophysen treten jedoch nicht als Höcker hervor. Schwache Andeutungen von Hämapophysen sind an den letzten Brustwirbeln nicht zu verkennen.

Lendenwirbel. Hier sehen wir die Dornfortsätze anfangs mässig lang und wenig nach vorn geneigt, im weitern Verlaufe jedoch nehmen sie an Höhe, Stärke und Neigung nach vorn zu. Letzteres gilt von den Mamillarfortsätzen, die zuerst noch stark und bis zum vierten oder fünften Wirbel mit selbständiger Epiphyse versehen bleiben, in umgekehrter Weise. Accessorische Fortsätze sind in Gestalt kleiner Höcker nur an den fünf ersten Lendenwirbeln vorhanden, den beiden letzten fehlen sie. Dagegen sind die Seitenfortsätze wieder lang und recht stark und erreichen nach vorn und unten gerichtet ihre grösste Länge am fünften Lendenwirbel. An den drei ersten Lendenwirbeln treffen wir starke Hämapophysenkämme, an den vier übrigen sind sie schwächer.

Das Kreuzbein besteht aus drei Wirbeln und ist mit starken *processus spinales* und *obliquo-mamillares* versehen, letztere besitzen an ihrer Spitze noch eine Epiphyse, die entschieden dem Mamillarfortsatz entspricht. — Am Schwanze trägt nur noch der erste Wirbel einen starken Dornfortsatz, die vier folgenden dagegen nur schwache und der sechste gar keinen. Was ferner die Seitenfortsätze anbetrifft, so sind dieselben am ersten Schwanzwirbel kurz, zerfallen am zweiten und dritten Wirbel in je zwei Fortsätze, vereinigen sich jedoch am vierten Wirbel neuerdings zu einem starken und breiten Fortsatz, um alsdann allmählig abzunehmen. An den

Körpern der mittleren Schwanzwirbel, die sich durch ihre Plattheit auszeichnen, schwinden die einzelnen Fortsätze allmählig. Gegen die Schwanzspitze hin werden die Wirbel mehr rundlich und deuten durch ihre verdickten Endflächen auf die Verschmelzung der einzelnen Fortsätze hin.

Die Breite der Wirbelsäule ist in der Gegend der letzten Halswirbel am grössten, von hier nimmt sie bis zum ersten Lendenwirbel ab, um nun neuerdings bis zum Kreuzbein hin zuzunehmen.

Lepus cuniculus zeigt nur als etwa erwähnenswerthe Abweichung vom vorigen, dass die Seitenfortsätze der Halswirbel mehr nach aussen gerichtet und die Platten derselben kürzer sind.

Hydrochoerus capybara (noch jung). Die Dornfortsätze der Halswirbel sind mit Ausnahme des zweiten, der stark, breit und sichelförmig ist und nach hinten ragt (Fig. 35), nicht sehr hoch; der des Atlas ist kurz, breit und dick und läuft spitz aus, die des dritten bis siebenten Wirbels nehmen successiv an Höhe zu, an Breite ab, erreichen jedoch keine bedeutende Grösse. An den stark hervortretenden Gelenkfortsätzen befinden sich in Form runder Auftreibungen schwache Muskel- und Mamillarfortsätze, erstere (Fig. 35 *b*) vom zweiten bis siebenten, letztere (Fig. 35 *a*) vom dritten bis siebenten Wirbel. — Der Seitenfortsatz des Atlas ist etwa 1″ lang und 0,5″ breit und etwas nach hinten gerichtet; auch hier ist die Parapophyse schmäler als der obere Querfortsatz. Der Seitenfortsatz des Epistropheus hat gleiche Richtung, ist aber schmäler und kürzer, der des dritten Wirbels ist wieder breiter und länger; an der Spitze des vierten tritt eine kleine Platte (Fig. 35 *d*) auf, welche am fünften und sechsten Wirbel bedeutend wächst und an letzterem fast mit der Längsrichtung des Wirbels parallel läuft. Am Seitenfortsatz des letzten Halswirbels fehlt das *foramen intertransversarium* und steht der ganze Fortsatz überhaupt etwas höher als an den übrigen Halswirbeln. Das hintere Wirbelende jedes Halswirbelkörpers steht etwa 1 bis 2‴ tiefer als das vordere Ende des folgenden Wirbels und zeigt am vierten und fünften zwei kleine Hämapophysenhöcker.

Brustwirbel (13). Das Bewegungscentrum der Rückenwirbel findet sich im zwölften, gegen dessen aufrecht stehenden Dornfortsatz die der übrigen Wirbel geneigt sind. Ihre grösste Höhe, etwa 2,5″, erreichen die Dornfortsätze schon am dritten oder vierten Wirbel, um alsdann wieder kleiner zu werden. Die beiden letzten Dornfortsätze haben etwa gleiche Höhe und zeichnen sich dem Vorhergehenden gegenüber durch ihre Breite aus. Die Querfortsätze (Fig. 35 *e*) sind dick und kolbig und tragen an ihrer Spitze Gelenkflächen für die Rippentuberkel. Der Mamillarfortsatz sitzt am ersten Brustwirbel noch auf dem Gelenkfortsatz, am zweiten auf der Basis des Querfortsatzes und rückt erst am dritten auf

dessen Spitze, wo er von nun an den vorderen oberen Theil einnimmt, während der Accessorius die hintere Ecke bildet. An den mittleren Brustwirbeln fängt auch der Costalfortsatz an allmählig hervorzutreten. Am neunten Wirbel sehen wir die einzelnen Querfortsatzelemente zuerst stärker werden, und zwar nimmt der Mamillaris (Fig. 36 *a*) die vordere, der Accessorius (*f*) die hintere und der Costalis (*g*) die untere Ecke ein. Letztere ist durch eine seichte Furche von den beiden ersten gesondert. Am folgenden Wirbel sondern sich die einzelnen Fortsätze noch mehr und zwar ist der Mamillaris dem Gelenkfortsatz schon wieder näher gerückt und durch eine tiefe Furche vom Accessorius geschieden; seitlich an letzterem und von ihm abgesetzt sitzt der Costalfortsatz. Erstere beiden Fortsätze vergrössern sich noch am elften und zwölften Brustwirbel, während hier von einem selbständigen Costalfortsatz keine Spur mehr vorhanden ist. Derselbe scheint mit dem oberen hinteren Rande der *fovea costalis vertebralis* verschmolzen zu sein, weil dieser weit stärker vortritt als an den früheren Wirbeln. Gegen eine Verschmelzung des Costalis mit dem Accessorius spricht auch das Verhalten desselben bei *dasyprocta aguti*, welches Thier ganz analoge Verhältnisse wie *lepus* zeigt. Am letzten (dreizehnten) Rückenwirbel ist der Mamillaris endlich auf den vorderen Gelenkfortsatz, dessen Gelenkfläche hier eine senkrechte Stellung eingenommen hat, gerückt und überragt ihn beträchtlich. Der Accessorius dagegen ragt wie am zwölften Wirbel nach hinten. Sowohl der Mamillaris als auch der Accessorius waren an den vier letzten Brustwirbeln mit Epiphysen versehen, während sie vorher nur eine gemeinsame hatten. Die Rippen haben von der dritten an als Anklang an das Verhalten bei *lepus timidus* oberhalb der gewöhnlichen Tuberkel noch je ein zweites accessorisches, dasselbe ist jedoch kurz (Fig. 35 u. 36 *m, m*) und verschwindet an den letzten Rippen gänzlich. Die drei ersten *foveae costales vertebrales* gehören nur je einem Wirbelkörper an, die übrigen je zweien. Die Parapophysen treten nirgends als Höcker hervor. Ebenso fehlen auch Andeutungen von Hämapophysen.

Lendenwirbel Die Dornfortsätze nehmen bis zum Kreuzbein an Höhe zu und sind nach vorn geneigt (Fig. 36). Die Mamillarfortsätze erreichen ihre grösste Ausdehnung am dritten oder vierten Wirbel und sind von den vorderen Gelenkfortsätzen stark abgesetzt. Die *processus accessorii* ferner ragen als mässig lange Zapfen (Fig. 36 u. 37 *r*) nach hinten, ohne sich fest an die Gelenkfortsätze zu legen und verschwinden am letzten (sechsten) Lendenwirbel, nachdem sie am vorletzten sehr schwach waren. Was endlich die Seitenfortsätze anbetrifft, so stehen dieselben zwischen Körper und Bogen und sind etwas nach vorn und unten geneigt; im Verlaufe nehmen sie an Länge und Krümmung nach vorn zu. Hämapophysenkämme fanden sich an allen Lendenwirbeln, sie waren

jedoch schwächer als bei *lepus*, was vielleicht nur der Jugend des betreffenden Thieres zuzuschreiben war.

Das Kreuzbein besteht aus vier Wirbeln, von denen die beiden ersten mit starken unter einander verschmolzenen Dornfortsätzen versehen sind, die Dornfortsätze der beiden letzten Wirbel dagegen sind schwächer und neigen sich nach hinten (Fig. 37). Schwache *processus obliquo-mamillares* sind nur an der vorderen Kreuzbeinhälfte vorhanden.

Die Schwanzwirbel, acht an Zahl, sind plattrund und haben etwas verdickte Enden. An den vier ersten fällt die Stärke der Dornfortsätze auf, während die übrigen Fortsätze bis auf einen rudimentären vorderen Gelenkfortsatz, der an den (Fig. 37 *s, s*) beiden ersten Wirbeln vorkommt, fehlen. Das letzte Bogenrudiment sehen wir am fünften Schwanzwirbel.

Dasyprocta aguti. Dieses Thier schliesst sich sehr eng an *capybara*. Am Halse sind die Dornfortsätze niedrig und der des Epistropheus ragt nicht so weit nach hinten; ferner sind die Seitenfortsätze etwas breiter und die Hämapophysen stärker.

Auch die Rückenwirbel unterscheiden sich nur in einzelnen Punkten und zwar besonders darin, dass der Querfortsatz des fünften Wirbels schon drei durch schwache Furchen getrennte Fortsätze erkennen lässt. Von diesen steht der Mamillaris oben und innen, der Accessorius in der Mitte und etwas nach hinten und der Costalis aussen. Weiterhin wird die Trennung successiv grösser und der Mamillaris nähert sich allmählig dem Gelenkfortsatz, auf den er jedoch erst am dreizenten Brustwirbel rückt. Der Accessorius begiebt sich nach und nach an das hintere Ende des Wirbelbogens und kommt schliesslich fast gerade hinter den Costalfortsatz zu stehen. Beide Fortsätze erreichen ihre grösste Stärke am elften Wirbel, dann werden sie wieder schwächer und der Costalis rückt zugleich der Wurzel des Bogens näher und kommt an die hintere Wand der *fovea costalis vertebralis* zu liegen. Alle Costalfortsätze mit Ausnahme des letzten, der sehr schwach ist, articuliren mit den Rippentuberkeln. An den mittleren Rippen kommen auch hier schwache accessorische Tuberkel vor. Sämmtliche *foveae costales vertebrales* werden von je zwei Wirbeln gebildet.

An den Lendenwirbeln sind die Dornfortsätze schmäler als bei *capybara* und bogenförmig nach vorn geneigt; die Mamillarfortsätze werden gegen das Kreuzbein hin ziemlich schwach; die Hämapophysenkämme endlich sind sehr schmal, doch höher als bei *capybara*. — Die Dornfortsätze der vier Kreuzwirbel sind mit Ausnahme des stärkeren ersten verschmolzen, nur die Spitzen stehen frei hervor. Die *processus obliquo-mamillares* sind auch hier schwach, kommen aber an allen Wirbeln vor.

An den Schwanzwirbeln sehen wir gleichfalls ein starkes Ueberwiegen des Dornfortsatzes gegenüber den andern Fortsätzen, die hier sämmt-

lich, wenn auch schwach, ausgeprägt sind. Ausserdem finden sich recht starke Hämapophysen in den ersten Schwanzwirbelinterstitien.

Cavia cobaya. Die Halswirbel bieten keine bedeutenden Abweichungen von den vorigen dar; am wichtigsten ist die geringe Breite der Bogen im Vergleich zum Körper, so dass grosse Zwischenräume zwischen ihnen bleiben. Der Dornfortsatz des Epistropheus ist schwächer als beim vorigen und läuft nach hinten spitzer aus. Auf den Gelenkfortsätzen sieht man recht schöne Muskel- und Mamillarfortsätze. Die Seitenfortsätze zeigen, ausser dass sie schmäler sind, keine Abweichungen vom vorigen, die des siebenten Halswirbels waren an vier Exemplaren, die zu Gebote standen, durchbohrt. Was endlich die Hämapophysen anlangt, so sind dieselben stark und bestehen vom vierten bis siebenten Wirbel aus je zwei Höckern.

Rückenwirbel. Die Dornfortsätze verhalten sich wie beim vorigen, nur sind sie ausser an den ersten Brustwirbeln relativ etwas breiter. Abweichend sind dagegen die Querfortsätze. Der des ersten Wirbels ist etwas nach abwärts geneigt und trägt an seiner oberen Seite eine scharfe Leiste, die sich vom aufgeworfenen Rande der tiefen Costalgelenkgrube bis zum vorderen Gelenkfortsatz erstreckt und wahrscheinlich einem Mamillarfortsatz entspricht. Am folgenden Wirbel, dessen Querfortsatz grade nach aussen gerichtet ist, fehlt diese Leiste. Weiterhin richten die Querfortsätze sich mehr und mehr aufrecht und nehmen eine plattrunde Form an. Hier bildet der Mamillarfortsatz den vorderen Theil, der Accessorius den hinteren. Am neunten Wirbel werden beide Fortsätze durch eine schwache Incisur, die über den Querfortsatz verläuft, getrennt, am zehnten Wirbel ist die Trennung noch weiter vor sich gegangen und am elften ist der Mamillaris auf den Gelenkfortsatz gerückt, den er an allen Brustwirbeln stark überragt; der Accessorius dagegen bleibt mässig stark und ist nach hinten gerichtet. Rudimente eines gesonderten Costalfortsatzes treten zuerst am vierten Brustwirbel auf, indem er hier an der äusseren unteren Seite des Querfortsatzes als ein nur mit der hinteren Hälfte etwas abgehobener Höcker erscheint. Bis zum neunten Wirbel nimmt er an Grösse zu und articulirt mit dem Rippentuberkel, dann verschmilzt er fast ganz mit dem Accessorius, um an dem letzten Brustwirbel an dessen Basis wieder aufzutauchen. Deutliche accessorische Rippentuberkel zeigten sich hier nur an den drei oder vier ersten Rippen. Zur Bildung der *foveae cotsales vertebrales* tragen überall je zwei Wirbel bei; ein unterer Querfortsatz ist auch hier nicht nachzuweisen. Ein stärkerer Hämapophysenkamm findet sich nur am letzten Brustwirbel.

Die Lendenwirbel besitzen stark nach vorn geneigte und mässig hohe Dornfortsätze. Die Mamillarfortsätze überragen ihre Gelenkfortsätze wenig, sind aber stark von ihnen abgesetzt; die accessorischen Fortsätze

verhalten sich wie beim vorigen. Letzteres gilt auch von den Hämapophysen, nur sind sie etwas schwächer. Die Seitenfortsätze endlich sind ziemlich kurz, breit und wenig nach unten geneigt. Am Kreuzbein ist auch wenig zu bemerken, die Dornfortsätze sind zu einem mässig hohen Kamm verschmolzen und die *processus obliquo-mamillares* sind schwach, nur am ersten Kreuzwirbel ist der Mamillaris noch vom Gelenkfortsatz abgesetzt. — Von den sechs Schwanzwirbeln zeigen auch hier nur die ersten schwache Fortsatzrudimente mit Ueberwiegen des Dornfortsatzes

Arctomys marmotta (noch mit Epiphysen versehen). Zwischen den Bogen, die nur am zweiten Wirbel mit einem starken Dornfortsatz versehen sind, bleiben ausser zwischen dem zweiten und dritten grosse Zwischenräume. Muskelfortsätze treten nur an den vier letzten Halswirbeln deutlich hervor, dagegen fehlen die Mamillarfortsätze ganz. Der Seitenfortsatz des Atlas ist stark und schaufelförmig ausgehöhlt, mit wenig nach vorn und aussen sehender concaver Fläche. Die der folgenden Wirbel nehmen bis zum sechsten an Stärke zu und neigen sich nach hinten, die Platten derselben bleiben jedoch nur schwach. Der Seitenfortsatz des letzten Halswirbels ist lang, aber ohne *foramen intertransversarium*. Bemerkenswerth ist, dass die Parapophysen vom zweiten bis sechsten Wirbel stärker sind als die oberen Querfortsätze, während bei allen früher erwähnten Repräsentanten dieser Klasse das Umgekehrte gilt. Hämapophysen waren nicht vorhanden.

Die Querfortsätze der Brustwirbel sind kolbig verdickt und besitzen vom zweiten Wirbel an hinten und oben eine accessorische Ecke. Am neunten Brustwirbel treten die einzelnen Elemente zuerst stärker hervor und zwar steht der Costalfortsatz nach aussen und ist durch eine seichte Furche vom Mamillaris und Accessorius getrennt. Letzterer nimmt den hinteren oberen und ersterer den vorderen Theil des Querfortsatzes ein. Nachdem sich am zehnten Wirbel die Trennung der einzelnen Fortsätze noch weiter ausgebildet hat, beginnt am elften Wirbel die Lendenwirbelformation. Der Mamillaris ist hier und am zwölften Wirbel jedoch nicht sehr stark, dagegen ist der Accessorius lang und kräftig und umgreift den vorderen Gelenkfortsatz. Von einem Costalfortsatz war an den beiden letzten Brustwirbeln nichts wahrzunehmen, weil das Skelett sehr mangelhaft präparirt war. Die beiden letzten *foveae cost. vertebrales* gehören nur je einem Wirbel an, doch trat die Parapophyse nicht als Höcker hervor. Accessorische Tuberkel sind an den sechs ersten Rippen und zwar nehmen sie successiv an Stärke ab.

Die Dornfortsätze der Lendenwirbel sind niedrig und breit. Ersteres gilt auch von den Mamillarfortsätzen, die hier noch mit einer Epiphyse versehen waren; stärker dagegen sind die accessorischen Fortsätze. Sie umgreifen die vorderen Gelenkfortsätze bis zum fünften Lendenwirbel,

am sechsten sind sie schwach und am siebenten fehlen sie gänzlich. Die Seitenfortsätze, anfangs nur durch eine schwache Leiste repräsentirt, erreichen an den letzten Lendenwirbeln eine mässige Grösse und neigen sich, indem sie zwischen Körper und Bogen stehen, etwas nach vorn und unten. Von Hämapophysen, die bei *Cavia* an allen Lendenwirbeln vorkommen, kann hier nur an den ersten die Rede sein, und zwar sind sie ziemlich schwach.

Am Kreuzbein zeigt das Murmelthier mässig starke *processus spinosi*, doch weit stärkere *processus obliquo-mamillares* als die früheren; beide Fortsätze nehmen successiv an Höhe und Stärke ab.

Schwanz. Die ersten Schwanzwirbel sind kurz und besitzen noch stark entwickelte Fortsätze; hierunter sind jedoch nicht die Dornfortsätze am stärksten, sondern die Seitenfortsätze, also schon ein Anklang an das Verhalten, wie es beim Biber vorkommt. Die Länge der Schwanzwirbel wächst bis zum achten oder neunten Wirbel, dann reducirt sie sich nach und nach wieder. In dem Zwischenraume des ersten und zweiten Schwanzwirbels traten *spinae haemales* auf, die weiterhin von relativ schwachen Hämapophysenhöckern getragen wurden, ihr Verhalten zeigte von dem, wie wir es bei anderen langschwänzigen Thieren gesehen haben, im Allgemeinen keine Abweichung. Uebrigens bietet der Schwanz nichts Besonderes.

Castor fiber. Die Halswirbel sind kurz und breit und zeigen das Merkwürdige, dass der Bogen des dritten Wirbels rechterseits mit dem des Epistropheus verschmolzen ist, die linke Hälfte dagegen war ganz und gar unverwachsen. Dies scheint ein constantes Verhalten zu sein, denn es fand sich in zwei noch mit Epiphysen versehenen Exemplaren. Die Dornfortsätze waren auch hier mit Ausnahme des zweiten, der nach hinten in zwei Spitzen auslief, schwach. An den starkvorspringenden Gelenkfortsätzen fanden sich nur schwache Muskel- und Mamillarfortsätze. Die Seitenfortsätze des Atlas sind schaufelförmig ausgehöhlt, die der folgenden Wirbel sind recht stark und gehen allmählig aus einer stark nach hinten geneigten Richtung in eine mehr transversale über. Die Parapophyse ist stärker und breiter als der obere Querfortsatz. Andeutungen von Seitenplatten treten nur am vierten, fünften und sechsten Wirbel auf. Der Seitenfortsatz des siebenten Wirbels besitzt kein *foram. intertransversarium.* Hämapophysen fehlen.

Rückenwirbel. Dieselben haben mässig lange Dornfortsätze, welche vom zweiten bis vierzehnten (letzten) Wirbel etwas an Breite zunehmen, an Höhe dagegen abfallen. Die Dornfortsätze des ersten und elften Wirbels stehen senkrecht, letzterer zeigt zugleich das Bewegungscentrum der Rückenwirbelsäule an, denn alle übrigen Dornfortsätze sind gegen ihn geneigt. Was die Querfortsätze anbetrifft, so sind dieselben an

den ersten Brustwirbeln an ihrer Spitze dreikantig, welche drei Kanten den drei Fortsätzen entsprechen; der Mamillaris scheint auch schon am ersten Brustwirbel auf den Querfortsatz gerückt zu sein. Eine successiv sich vergrössernde Furche trennt vom vierten bis sechsten Wirbel den Costalfortsatz vom hinteren Accessorius, ja an den folgenden Wirbeln erstreckt diese Furche sich über den ganzen Querfortsatz und isolirt den Costalis gänzlich. Vom neunten Wirbel an nimmt der Costalis rasch an Grösse ab und verschmilzt alsbald mit der Parapophyse. Nun tritt letztere als Höcker hervor und trägt an ihrer Spitze eine Gelenkfläche für das verschmolzene *caput* und *tuberculum costae*. Je mehr sich die Costalfortsätze vom Querfortsatz absondern, desto stärker entwickeln sich auch der Mamillaris und Accessorius und repräsentiren zusammen einen sich successiv vergrössernden Kamm. Derselbe erhält am elften Wirbel einen kleinen Einschnitt, der sich weiterhin vergrössert und so beide Fortsätze mehr isolirt, jedoch bleiben dieselben noch bis zum ersten Lendenwirbel, trotzdem der Mamillarfortsatz schon am zwölften Wirbel auf den vorderen Gelenkfortsatz gerückt ist, durch eine niedrige Leiste verbunden. Beide Fortsätze wachsen bis zum letzten Brustwirbel. Hämapophysenkämme fehlen an den Brustwirbeln gänzlich; dasselbe gilt auch von den accessorischen Rippentuberkeln.

Die Lendenwirbel sind kurz und mit mässig starken und hohen Dornfortsätzen versehen, während ihre mamillaren und accessorischen Fortsätze sogar ziemlich schwach sind, erstere überragen die Gelenkfortsätze wenig und letztere sind am vierten Wirbel kaum noch angedeutet und am fünften nicht mehr nachweisbar. Die Seitenfortsätze, am ersten Lendenwirbel schwach, nehmen bis zum letzten (sechsten) an Länge zu, stehen auf den Wirbelbögen und sind nach vorn und sehr wenig nach unten geneigt. Die Hämapophysen fehlen nur am letzten Wirbel und treten auch hier als Kamm auf. Besonders stark ist der des zweiten Lendenwirbels. Dem Kreuzbein wird durch die starke Entwicklung der *massae laterales* eine bedeutende Breite verliehen, zugleich besitzt dasselbe starke und wenig nach hinten gerichtete Dornfortsätze, dagegen sind die *processus obliquo-mamillares* nicht sehr stark entwickelt, es lassen sich jedoch noch abgesetzte Mamillarfortsätze an ihnen erkennen.

Der Schwanz besteht aus 27 Wirbeln. Schon an den ersten Wirbeln treten die Bogen den Wirbelkörpern gegenüber etwas zurück, sind jedoch noch in jeder Beziehung vollständig ausgebildet. Von ihren Fortsätzen schwinden zunächst die anfangs noch starken Dornfortsätze schon am sechsten Wirbel, später am elften Wirbel auch die hinteren Gelenkfortsätze, nachdem sie am sechsten Wirbel aufhörten mit den vorderen Gelenkfortsätzen zu articuliren. Letztere, auf denen man an den ersten Schwanzwirbeln noch deutlich abgesetzte Mamillarfortsätze erkennt, las-

sen sich bis zum zwanzigsten Wirbel verfolgen. Am stärksten von allen Fortsätzen sind die Seitenfortsätze, sie stehen anfangs etwa 1″ lang seitlich auf der Mitte der Wirbelkörper und verleihen dem Schwanze seine platte Form. Weiterhin nehmen sie allmählig an Länge ab und zerfallen an den mittleren Schwanzwirbeln in einen stärkeren vorderen und schwächeren hinteren Fortsatz. Beide lassen sich deutlich bis zum fünfundzwanzigsten Wirbel verfolgen. — Am Anfange des Schwanzes sehen wir in den Wirbelinterstitien auch geschlossene starke *arcus haemales* auftreten, doch bald schliessen die *spinae haemales* sich nicht mehr und rücken auf Hämapophysenhöcker, die am vorderen Wirbelende stehen. Letztere bleiben nach dem Verschwinden ersterer und lassen sich fast bis ans Schwanzende verfolgen. Die Wirbelkörper besitzen eine mehr vierkantige Form und sind etwa ebenso hoch als breit, nur gegen die Schwanzspitze zu werden sie etwas platter.

Sciurus vulgaris. Dieses Thier nähert sich in Bezug auf seine Wirbelverhältnisse am meisten dem Murmelthiere, zeigt jedoch auch manche Abweichung. Die Wirbelbogen lassen keine Zwischenräume zwischen sich wie bei *arctomys marmotta* und trägt nur der des Epistropheus einen nicht sehr starken Dornfortsatz. Auf den hinteren Gelenkfortsätzen bemerkt man schwache aber deutliche Muskelfortsätze, auf den vorderen dagegen treten Mamillarfortsätze wenig deutlich hervor. Die Seitenfortsätze weichen nur darin etwas von *arctomys* ab, dass ihre Platten vom vierten Wirbel an der Längsrichtung der Wirbelsäule parallel und grade nach unten gestellt sind, übrigens sind sie auch hier niedrig. Der letzte Halswirbel besitzt nur einen einfachen Seitenfortsatz, an dessen Spitze man keinen gesonderten Accessorius wahrnimmt. Deutlich entwickelte Hämapophysen treffen wir bis zum fünften Wirbel, am Atlas in Gestalt eines Tuberkels, an den folgenden Wirbeln als je zwei Höcker.

Brustwirbel. Die Dornfortsätze sind mässig lang, ziemlich gleich breit und nehmen bis zum letzten Lendenwirbel an Höhe ab. Das Bewegungscentrum der Brustwirbel liegt im zehnten Wirbel, gegen dessen Dornfortsatz sich alle übrigen neigen, am stärksten der des mittleren Brustwirbels. Die Querfortsätze werden nach dem Aufrücken der Mamillarfortsätze auf dieselben am dritten Wirbel mehr dreieckig, mit vorderer mamillarer, hinterer oberer accessorischer und hinterer äusserer costaler Ecke. Die beiden letzteren treten an den mittleren Brustwirbeln am stärksten hervor und sind am fünften bis neunten Wirbel durch eine successiv sich vertiefende Furche getrennt. Am zehnten Wirbel zerfällt der Querfortsatz mit dem Aufrücken des Mamillarfortsatzes auf den vorderen Gelenkfortsatz vollständig; der hier starke Costalfortsatz ist weiter gegen die *fovea costeavertebralis* hin versetzt, articulirt jedoch noch mit dem Rippentuberkel. An den beiden letzten Brustwirbeln überragt der

Mamillarfortsatz die Gelenkfortsätze wenig, stärker ist der Accessorius, Derselbe umgreift die vorderen Gelenkfortsätze; das dritte Element des Querfortsatzes dagegen, der Costalis, ist nur noch rudimentär und steht als kleiner Höcker vorn an der Seite der Wirbelkörper. Die *foveae costales* verhalten sich wie bei *marmotta*; accessorische Rippentuberkel fehlen gänzlich.

Lendenwirbel. Die Mamillarfortsätze verhalten sich hier wie an den letzten Brustwirbeln, gleiches gilt auch an den fünf ersten Wirbeln von den accessorischen Fortsätzen, am sechsten dagegen sind sie schwach und am letzten verschwunden. Von den Seitenfortsätzen sieht man am ersten Lendenwirbel nur ein schwaches Rudiment, das vorn auf der Seite des Wirbelkörpers steht; weiterhin nehmen dieselben rasch an Länge zu und sind am letzten Lendenwirbel durchaus nicht unbeträchtlich, gleichzeitig sind sie den Bogen näher gerückt und stark nach vorn und wenig nach unten geneigt.

Das Kreuzbein zeigt, ausgenommen dessen erster Wirbel, wo nur ein schwacher Dornfortsatz vorkommt, starke *proc. spinosi* und *obliquomamillares*.

Schwanz. An den ersten Schwanzwirbeln sind noch alle Fortsätze stark entwickelt, besonders die Seiten- und Mamillarfortsätze, erstere sind lang und breit, letztere überragen die Gelenkfortsätze beträchtlich. Zunächst verschwinden die Dornfortsätze, schon am vierten Wirbel, darauf werden auch die hinteren Gelenkfortsätze schwach und articuliren vom sechsten Wirbel an nicht mehr mit den vorderen, an denen sich gleichfalls eine rasche Abnahme bemerken lässt; beide lassen sich jedoch bis zu den drei oder vier letzten Schwanzwirbeln nachweisen. Die Seitenfortsätze zerfallen am sechsten Wirbel in zwei Fortsätze, die am siebenten noch stark bleiben, dann aber rasch abnehmen. Die *spinae haemales* endlich sind in allen Wirbelinterstitien vorhanden, wenn schliesslich auch nur noch rudimentär, geschlossene *arcus haemales* aber bilden sie nur vom zweiten bis sechsten oder siebenten Interstitium. Nur an einigen Wirbeln scheinen die *spinae haemales* theilweise auf rudimentären Hämapophysen zu sitzen.

Mus rattus. Die Dornfortsätze aller Halswirbel und des ersten Brustwirbels sind ausser am Epistropheus schwach. Von den Gelenkfortsätzen mit den Muskel- und Mamillarfortsätzen gilt dasselbe, wie beim vorigen, auch die Seitenfortsätze stimmen ganz überein, nur am sechsten kommt eine stärkere Platte vor. Die Hämapophysen endlich sind nur am Atlas etwas stärker, sonst ähnlich.

An den Brustwirbeln sehen wir die Dornfortsätze sich auch gegen den des elften Wirbels neigen, nur der des zweiten Wirbels macht eine Ausnahme. Derselbe steht gleichfalls senkrecht und überragt die fol-

genden bedeutend an Länge und Stärke; häufig theilt er sich an seiner Spitze noch in zwei Schenkel. Nach dem Aufrücken des Mamillarfortsatzes auf den Querfortsatz, was hier schon am zweiten Wirbel vor sich geht, werden letztere auch hier dreieckig. Schon am dritten Wirbel wird der Accessorius und Costalis durch eine schwache Furche getrennt, dieselbe vergrössert sich rasch und trennt letzteren Fortsatz am siebenten Wirbel, auch von dem Mamillarfortsatz. An den folgenden Wirbeln rückt der Costalis weiter gegen den Wirbelkörper herunter und lässt sich am zwölften und dreizehnten nicht mehr vom oberen Rande der *fovea costalis* trennen. Am elften war er noch mässig stark und articulirte mit den Rippentuberkeln. An diesem selben Wirbel ist auch der Mamillarfortsatz auf den Gelenkfortsatz gerückt und erreicht eine bedeutende Grösse. Der Accessorius lehnt sich erst am letzten Brustwirbel an den vorderen Gelenkfortsatz. Sämmtliche *foveae costales vertebrales* gehören je zwei Wirbeln an. Selbständige untere Querfortsätze fehlen. Schwache accessorische Tuberkel finden sich nur an einigen Rippen.

Lendenwirbel. Die Dorn- und Seitenfortsätze nehmen bis zum letzten (sechsten) an Grösse zu und sind nach vorn geneigt. Die Seitenfortsätze krümmen sich auch etwas nach unten und stehen zwischen Körper und Bogen. Von den mamillaren und accessorischen Fortsätzen gilt ziemlich dasselbe wie beim vorigen, erstere überragen die Gelenkfortsätze wenig, letztere umgreifen dieselben bis zum vierten Wirbel, sind am fünften schwach und am letzten verschwunden.

Das Kreuzbein, welches aus vier Wirbeln besteht, ist breit und mit starken, senkrecht stehenden Dornfortsätzen versehen. Seine Breite ist auch hier durch die grosse Ausdehnung der *massae laterales* bedingt, die Bogen dagegen sind sehr schmal, so dass die recht starken *proc. obliquo-mamillares* an der Basis der Dornfortsätze zu sitzen scheinen. Niedrige Knochenleisten verbinden die einzelnen *processus obliquo-mamillares*.

Die Schwanzwirbel, 30 bis 31 an Zahl, zeigen grosse Aehnlichkeit mit denen von *mustela putorius*, eine wesentliche Abweichung liegt jedoch darin, dass die Seitenfortsätze hier nach vorn geneigt sind. Anfangs sind alle Wirbeltheile noch vollständig entwickelt, jedoch schon am fünften Wirbel ist der Bogen verschwunden und die hinteren Gelenkfortsätze sehr schwach. Die vorderen Gelenkfortsätze, die an den vier ersten Wirbeln noch deutlich markirte Mamillarfortsätze tragen, bleiben im weitern Verlaufe stärker als die hinteren und lassen sich auch etwas länger als diese, fast bis zur Schwanzspitze verfolgen. An dem fünften Wirbel zerfallen auch die Seitenfortsätze in einen vorderen und hinteren. Geschlossene *arcus haemales* finden sich nur in einigen Wirbelinterstitien, jedoch bestehen *spinae haemales* später noch fort und rücken auf starke Hämapophysen, die nach dem Verschwinden jener sich noch länger erhalten.

Was die Form der Wirbelkörper anbetrifft, so ist diese anfangs mehr viereckig und wird gegen die Schwanzspitze zu rundlich.

Hypudaeus amphibius. Die Wirbelsäule dieses Thieres ist leichter und zierlicher gebaut als beim vorigen, sonst aber sehr ähnlich, so dass sich nur unbedeutende Abweichungen finden. Die Dornfortsätze der Rückenwirbel nehmen successiv an Höhe und Breite zu und stehen schliesslich fast senkrecht. Die der Lendenwirbel sind breit und nur wenig nach vorn geneigt. Die Mamillarfortsätze sind grösser als bei *mus rattus* und die accessorischen Fortsätze lehnen sich nirgends an die vordern Gelenkfortsätze. Kreuzbein und Schwanz zeigen nichts Abweichendes, nur ist letzterer kürzer und daher die einzelnen Fortsätze weniger entwickelt.

Mus musculus schliesst sich ganz eng an *mus rattus*; abweichend ist nur, dass die Dornfortsätze an den mittlern Brustwirbeln schwächer sind und die Lenden- und Kreuzwirbelkörper unten abgerundeter mit nur schwachen Hämapophysenkämmen.

Vergegenwärtigen wir uns nochmals die Hauptbefunde in dieser letzten Klasse, so sehen wir, dass bei allen hierher gehörenden Thieren die Dornfortsätze der Halswirbel bis auf den des Epistropheus schwach sind. Gleiches gilt von den Muskel- und Mamillarfortsätzen an denselben Wirbeln, ja sie fehlten theilweise gänzlich. Die Seitenfortsatzplatten treten mehr oder weniger zurück, alle Halswirbel besitzen jedoch stets mit Ausnahme des siebenten, wo dasselbe meistens fehlte, *foramina intertransversaria.* Endlich sind auch die Hämapophysen der Halswirbel schwächer als bei den Raubthieren.

An den Brustwirbeln finden wir ein bedeutendes Zurücktreten des Dornfortsatzes des ersten gegenüber dem des zweiten. Die Mamillarfortsätze sind meistens nur vom dritten Brustwirbel an bis zum zweit- oder drittletzten Bestandtheil des Querfortsatzes, sonst des vorderen Gelenkfortsatzes. Der Accessorius war an den letzten Brustwirbeln meistens recht stark und umfasste den vorderen Gelenkfortsatz; der Costarius dagegen wurde gegen das Ende der Brustwirbelsäule sehr schwach und verschmolz häufig mit dem oberen Rande der *fovea costalis.* Das Hauptcharakteristikon der Nager liegt in den Hämapophysenkämmen, die sich bei allen mehr oder weniger stark, besonders an den ersten Lendenwirbeln ausgeprägt finden. Sonst zeigten die Lendenwirbel nichts Besonderes. Der Stand der Seitenfortsätze ist verschieden, doch stehen sie im Allgemeinen bei den langschwänzigen Thieren auch hier tiefer.

Das Kreuzbein ist durchschnittlich mit kräftigen Dornfortsätzen versehen, dagegen können die *proc. obliquo-mamillares* auch schwächer sein.

Am Schwanze findet sich wieder einiges Eigenthümliche, hierzu gehört das starke Vortreten der Dornfortsätze gegenüber den übrigen Fort-

sätzen bei *hydrochoerus* und der Gattung *lepus*; ferner die Neigung der Seitenfortsätze nach vorn in der Gattung *mus*. Sonst zeigt der Schwanz wenig Bemerkenswerthes.

Edentata.

Bradypus tridactylus (noch jung). Die Dornfortsätze der Halswirbel sind klein, der des Atlas sogar nur rudimentär, und stehen mit Ausnahme des achten und neunten, welche nach hinten gerichtet sind, grade aufrecht. Die Gelenkfortsätze treten nicht sehr stark hervor und zeigen nur schwache Andeutungen von Muskel- und Mamillarfortsätzen. Was endlich die Seitenfortsätze anbetrifft, so sind die der fünf mittleren Wirbel an der Spitze etwas verbreitert und zeigen keine Theilung in Platte und Höcker; die der beiden ersten Wirbel dagegen zeigen das Eigenthümliche, dass sie kein *foramen intertransversarium* einschliessen und dass der des Epistropheus (*a*) auf dem stark vortretenden hinteren Gelenkfortsatz (Fig. 38 *b*) sitzt. Die Form des Atlas-Seitenfortsatzes ist ohrförmig. Am achten Wirbel bleiben der obere und untere Querfortsatz, trotzdem beide recht lang sind, ganz isolirt. Der Seitenfortsatz des neunten Halswirbels trägt eine kurze Rippe. Hämapophysen sind an den Halswirbeln kaum angedeutet.

Brustwirbel. Diese sowie auch die Lendenwirbel sind charakteristisch durch die Plattheit ihrer Bögen (Fig. 39). Ihre Dornfortsätze sind niedrig und trennen sich nach hinten. Eine andere Eigenthümlichkeit dieses Thieres besteht darin, dass die Gelenkfortsätze aller Brust- und der ersten Lendenwirbel horizontal liegen und erst am vierten Lendenwirbel in eine senkrechte Stellung übergehen. Die Querfortsätze der Brustwirbel bilden niedrige, ziemlich breite Kämme (Fig. 39) mit etwas stärker hervortretender vorderer mamillarer Ecke (*d*). Der hintere Theil jedes Kammes repräsentirt den Accessorius und Costalis. Eine schwache Sonderung der beiden letzten Fortsätze vom Mamillaris war erst am dreizehnten Wirbel (Fig. 39 *a*) angedeutet, am vierzehnten war sie bereits stärker. Erwähnt sei hier, dass Owen dem Faulthier 16 Brustwirbel zukommen lässt, Retzius dagegen nur 10, das vorliegende Exemplar besass 14. Wegen des hohen Standes der *foveae costales vertebrales* (nur ein kleiner Theil gehört noch dem Wirbelkörper an) sind die Rippenhälse sehr kurz. Die Rippentuberkel articuliren bis zu den beiden letzten Brustwirbeln mit den Costalfortsätzen. Parapophysenhöcker treten nirgends hervor, ebenso zeigt sich auch keine Spur von accessorischen Rippentuberkeln.

Lendenwirbel. Beim Faulthier treffen wir vom vierten Lendenwirbel an, wo der Mamillarfortsatz (*b'*) auf den Gelenkfortsatz gerückt ist, die ersten Spuren von Anomalien, die dieser ganzen Klasse eigen sind. Es bilden sich nämlich accessorische Gelenkflächen (Fig. 40 *b*)

zwischen dem Accessorius und dem vorderen Gelenkfortsatz (Fig. 40 *c*). Erstere (Fig. 40 *a*) ist überall nur rudimentär und bildete den hinteren Theil des Seitenfortsatzes. Nach Retzius soll der Mamillarfortsatz schon vom ersten Lendenwirbel an auf dem vorderen Gelenkfortsatz sitzen, jedoch war das, wie erwähnt, hier erst am vierten Wirbel der Fall. Die Seitenfortsätze (*d*) waren mässig stark und standen ziemlich hoch auf den Bögen.

Das Kreuzbein besteht aus sechs Wirbeln und ist sehr platt und breit. Seine *processus spinosi* und *obliquo-mamillares*, letztere nur am ersten Wirbel ausgenommen, sind nur rudimentär. — Die Schwanzwirbel sind gleichfalls platt und haben lange, aber schmale Seitenfortsätze, die eine transversale Stellung einnehmen. Weiterhin nehmen sie rasch an Stärke ab. Hämapophysen fehlen gänzlich. Der Bogen verschwindet schon an den ersten Schwanzwirbeln, am fünften waren nur noch die vorderen Gelenkfortsätze nachweisbar und auch diese wurden rasch rudimentär.

Dasypus novemcinctus. Die Halswirbel sind kurz und es ist eine eigenthümliche Verschmelzung, die sich auch auf die Seitenfortsätze ausdehnt, am zweiten, dritten und vierten Wirbel vor sich gegangen. Der starke und hohe Dornfortsatz des Epistropheus nimmt über die Hälfte der Länge der ganzen Halswirbelsäule ein, er überragt den Atlas theilweise und den dritten, vierten und fünften Halswirbel ganz, zugleich ist er mit den Bogen des dritten und vierten Wirbels verwachsen. Der Dornfortsatz des Atlas nimmt nur den vorderen Theil dieses Wirbels ein und ist nicht sehr stark, der des fünften Wirbels ist schwach, und der des sechsten und siebenten nur rudimentär. An einigen Gelenkfortsätzen lässt sich ein schwacher Mamillarfortsatz erkennen. Die Seitenfortsätze sind mit Ausnahme der des Epistropheus, der ganz fehlt, stark und nach hinten und oben gerichtet; ein *foramen intertransversarium* besitzen nur der fünfte und sechste. An dem zweiten, dritten und vierten Wirbel finden sich schmale, niedrige Hämapophysenkämme.

Die Brustwirbel sind mit starken und langen Dornfortsätzen versehen, welche nach hinten geneigt bis zum zehnten Wirbel an Länge abnehmen und an der Spitze von vorn nach hinten keilförmig verbreitert sind. Die Abnahme derselben geht am raschesten an den ersten Brustwirbeln vor sich. An den starken Querfortsätzen bemerkt man einen nach hinten und oben gerichteten Costalfortsatz, der an diesem Thiere sehr stark ist und überall mit einem grossen Rippentuberkel articulirt, das er jedoch noch bedeutend überragt. Am sechsten Wirbel tritt an der vordern innern Fläche des Querfortsatzes zuerst ein kleiner Mamillarfortsatz auf, am folgenden Wirbel ist er schon auf den Gelenkfortsatz gerückt, und wächst nun rasch zu einer beträchtlichen Grösse an, so dass er an den Lenden den nicht kleinen Dornfortsatz fast an Höhe erreicht. Seine

Richtung ist nach vorn und aussen. An den letzten Brustwirbeln sehen wir hier ferner eine Eigenthümlichkeit, die bei *bradypus* an den Lendenwirbeln schon angedeutet war, vollends ausgeprägt, nämlich die Articulation der accessorischen Fortsätze mit den Gelenkfortsätzen. Hier kommt jedoch noch eine zweite Articulation dazu und zwar zwischen ersteren und den Rippenköpfen. Nachdem nämlich der Accessorius hinten an der Basis des Querfortsatzes des zweiten Brustwirbels zuerst sichtbar wird, vergrössert er sich allmählig und bekommt am siebenten Wirbel eine obere und untere Gelenkfläche zur Articulation mit dem Gelenkfortsatz und der Rippe. Beide Gelenkflächen sind an den letzten Brustwirbeln, wo der Accessorius recht breit ist, durch eine starke Incisur von einander getrennt. Ganz dasselbe Verhältniss findet sich auch an den Lendenwirbeln, nur articulirt die untere Gelenkfläche des Accessorius (Fig. 41 *a*) mit dem Seitenfortsatz (*b*), der hier ziemlich kurz und nach unten gerichtet ist. Alle Seitenfortsätze der Lendenwirbel stehen auf den Bogen. Die Dornfortsätze und Mamillarfortsätze (*c*) der Lendenwirbel sind, wie schon erwähnt, sehr lang und nehmen im Verlaufe an Höhe zu (Fig. 41). Erwähnt sei noch, dass sämmtliche *foveae costales vertebrales* je zwei Wirbeln angehören. Accessorische Rippentuberkel fehlen allen Edentaten. Die drei letzten Lendenwirbel zeigen schwache Hämapophysenkämme. Das Kreuzbein besteht aus neun Wirbeln und nimmt nach hinten an Breite zu. Dies ist einzig und allein durch das Wachsthum der *massae laterales* bedingt. Letztere sind mit dem Sitzbein gänzlich verwachsen. Die Dornfortsätze sind mässig lang, am kürzesten an den mittleren Wirbeln und mit Ausnahme ihrer Spitzen durch Knochenmasse verbunden; die *processus obliquo-mamillares* dagegen sind ausser am ersten Wirbel nur rudimentär.

Der Schwanz ist stark entwickelt, besteht aus etwa zwanzig Wirbeln und ist mit starken *arcus haemales*, *processus mamillares* und *laterales* versehen. Die Mamillarfortsätze sind hier wie auch bei *manis pentadactyla* von R. Owen erwähnt, treten jedoch nicht, wie er will, am zweiten, sondern schon am ersten Schwanzwirbel stark hervor und sind deutlich von den Gelenkfortsätzen abgesetzt. Dieses Verhalten lässt sich bis zu einigen der letzten Schwanzwirbel verfolgen, trotzdem die Fortsätze schliesslich recht klein werden. Am schwächsten von allen Fortsätzen sind die Dornfortsätze, ihre Höhe beträgt nur 0,5 ‴ bis 1 ‴, jedoch bleiben sie recht lange sichtbar, ja sie sind an den mittlern Schwanzwirbeln sogar noch grösser als an den ersten. Die Seitenfortsätze sind anfangs etwa 1 ″ lang und nach aussen und wenig nach unten und vorn gerichtet. Vom vierten Wirbel an nehmen sie rasch an Länge ab, verschwinden jedoch erst an den letzten Schwanzwirbeln; an Neigung nach vorn und Breite nehmen sie im Verlaufe zu, so dass schliesslich zwischen ihnen

nur minimale Zwischenräume bleiben. Was ihre Stellung anbetrifft, so stehen sie von Anfang an auf der Mitte der Wirbel. Grosse geschlossene *arcus haemales* treten in den meisten Wirbelinterstitien auf, jedoch liess sich nicht entscheiden, ob sie irgendwo auf Hämapophysenhöckern stehen.

Myrmecophaga jubata. 7 Halswirbel, 15 oder 16 Brustwirbel, 2 oder 3 Lendenwirbel, 5 Kreuz- und 35 bis 36 Schwanzwirbel. Die Halswirbel haben mässig starke Dornfortsätze; am schwächsten und nur tuberkelartig ist der des Atlas, der des Epistropheus ist mässig hoch aber stark und überragt den Atlas bis zur Hälfte. Die Dornfortsätze der folgenden Wirbel nehmen successive an Höhe zu und laufen spitz aus, nur der letzte bleibt an der Spitze breit und ist etwa 1″ hoch. Muskelfortsätze treten an den hintern Gelenkfortsätzen nicht hervor, dagegen sind die Mamillarfortsätze an den fünf letzten Halswirbeln stark ausgeprägt und deutlich von den Gelenkfortsätzen abgesetzt. Auch OWEN gedenkt ihrer bei diesen Thieren. Erwähnt sei auch, dass die fünf letzten vordern Gelenkfortsätze an ihrer unteren Kante eine tiefe Incisur haben, die am fünften sogar durch eine Knochenspange zu einem *foramen* geschlossen ist. Die Seitenfortsätze sind breit und zeigen ein eigenthümliches Verhalten, indem die der sechs ersten Wirbel nur an ihrer vordern Partie von einem *foramen intertransversarium* durchbohrt sind. Dann mündet der Kanal in den Rückenmarkskanal. Von dieser innern Mündung aus läuft beim Atlas auch noch ein Kanal durch die hintere Partie des Seitenfortsatzes. Beim fünften und sechsten Halswirbel wird jenes Verhalten auch noch dadurch etwas modificirt, dass der vordere Theil des obern und untern Querfortsatzes sich nicht zur Bildung eines *foramen intertransversarium* vereinigen. Nur am fünften Wirbel waren beide einerseits durch eine kleine Knochenspange verbunden. Die Seitenfortsätze der ersten Wirbel sind platt, zapfenförmig und nach hinten geneigt, die der folgenden Wirbel enden in eine untere vordere und eine obere hintere Platte. Von diesen ist es am fünften und sechsten Wirbel klar, dass die erstere dem unteren, die letzere dem oberen Querfortsatz angehört. R. OWEN lässt das *foramen intertransversarium* an den Seitenfortsätzen der vier ersten Wirbel gänzlich fehlen und die oberen und unteren Querfortsätze des fünften und sechsten Wirbels ganz getrennt sein. Der Seitenfortsatz des letzten Halswirbels ist breit und trägt an seiner Spitze in Gestalt einer Aufkrempung ein accessorisches Rudiment.

Die Bögen der Brust- und Lendenwirbel sind niedrig und tragen mässig hohe aber kräftige und breite Dornfortsätze, die an den mittleren Brustwirbeln am niedrigsten sind. Der Dornfortsatz des ersten Brustwirbels übertrifft die übrigen etwas an Höhe und ist an seiner Spitze stark verbreitert. Die Querfortsätze sind breit und kräftig und tragen vom drit-

ten Wirbel an vorn an ihrer Spitze einen stumpfen Mamillaris. Derselbe sitzt am ersten Brustwirbel noch auf dem vordern Gelenkfortsatz und am zweiten auf der Basis des Querfortsatzes. Die Rippentuberkel articuliren anfangs mit der Spitze des ganzen Querfortsatzes, ein Beweis, dass der Costalis sich über den ganzen Querfortsatz erstreckt, später nur mit dem hinteren Theile. Am zwölften Brustwirbel beginnt die Lendenwirbelformation. Die Gelenkfortsätze richten sich auf und der Querfortsatz fängt an zu zerfallen. Hier tritt auch zuerst ein deutlicher Accessorius hervor und zwar verhält er sich ähnlich wie bei *Dasypus*, nur articulirt die untere Gelenkfläche nicht mit der Rippe, sondern mit einem Bogentheil, indem der Fortsatz in den Bogen eingekeilt ist. Dieses Verhalten besteht auch an den folgenden Brust- und den beiden Lendenwirbeln, nur ist der Accessorius hier stärker. Am dreizehnten Brustwirbel sind Mamillarfortsatz und Costarius, die am vorhergehenden Wirbel noch ganz zusammenhingen, schon durch eine Aushöhlung von einander getrennt und beide verstärkt. Erst am sechzehnten Wirbel vollzieht sich die Trennung beider vollständig. Der Accessorius und Costalis dagegen sind an den letzten Brustwirbeln nur durch eine schwache Furche von einander getrennt. Ersterer bildet an den Lendenwirbeln den hintern Theil der kurzen, breiten Seitenfortsätze. Das Verhalten der Mamillarfortsätze ist an den letzten Brust- und Lendenwirbeln wie bei *Dasypus*, nur sind sie niedriger und breiter. Die *foveae costales vertebrales* sitzen an den Bögen — die Parapophysen treten nicht hervor — und daher sind die Rippenhälse auch hier kurz. Das Rippentuberkel articulirt bis zum letzten Brustwirbel mit dem Costalfortsatz. — Die Dornfortsätze des Kreuzbeins sind mässig hoch und innig mit einander zu einem starken Kamm verschmolzen, die *processus obliquo-mamillares* dagegen sind ausser an den beiden ersten Kreuzwirbeln, wo der Mamillarfortsatz sogar noch deutlich abgesetzt ist, nur niedrig und schwach, das Kreuzbein ist flach und vorn breiter als hinten.

Der Schwanz charakterisirt sich zunächst durch seine Schmalheit in Vergleich zu seiner Höhe, was theils durch die Schmalheit der Wirbelkörper, theils durch die Höhe der Bogen bedingt ist. Die einzelnen Fortsätze der Bögen sind anfangs recht stark. Die Dornfortsätze, etwa 0,3″ hoch, nehmen allmählig ab und verschmelzen gegen die Mitte des Schwanzes mit den hinteren Gelenkfortsätzen, die sich noch eine Zeitlang nachweisen lassen. Kräftiger als die hintern sind die vordern Gelenkfortsätze, von denen die Mamillarfortsätze an den ersten Schwanzwirbeln noch deutlich abgesetzt sind, sie bleiben fast bis zur Schwanzspitze sichtbar.

Eine grosse Eigenthümlichkeit des Schwanzes liegt in den Seitenfortsätzen. Diese sind nämlich vom ersten Wirbel an in zwei Fortsätze

zerfallen, jedoch stehen diese nicht hinter, sondern über einander und zwar ist der obere kleiner. Am fünften Wirbel vereinigen beide sich wieder, doch besteht an ihrer vorderen Seite noch eine Zeitlang eine Aushöhlung, eine Andeutug der früheren Trennung. Was ihre Stellung anbetrifft, so stehen sie von Anfang an am hintern Wirbelende und sind klein, so dass sie schon an den mittleren Schwanzwirbeln verschwinden. — Am Anfange des Schwanzes sehen wir auch starke *arcus haemales*, die von vier Höckern getragen werden, von denen zwei am vorderen und zwei am hinteren Wirbelende stehen. Jederseits verlaufen scharfe Knochenleisten von den vorderen zu den hinteren Hämapophysenhöckern. Im weiteren Verlaufe werden die *arcus haemales* allmählig niedriger und kleiner, erhalten sich jedoch fast bis zur Schwanzspitze. Nach ihrem Verschwinden lassen sich die Hämapophysenhöcker und die sie verbindenden Leisten noch an einigen Wirbeln, wenn sie auch nicht stark sind, nachweisen.

Manis brachyura. Die Dornfortsätze der Halswirbel verhalten sich ähnlich wie beim vorigen, nur sind sie etwas höher und schmäler. Muskelfortsätze sind nur auf den hinteren Gelenkfortsätzen des zweiten bis fünften Halswirbels schwach angedeutet, dagegen zeigt eine stärkere seitliche Auftreibung der vorderen Gelenkfortsätze der fünf letzten Wirbel die Gegenwart von Mamillarfortsätzen an. Die Seitenfortsätze des Atlas sind stark nach hinten gerichtet und an der Spitze nur in senkrechter Richtung etwas verbreitert, gleichzeitig aber gabelförmig getheilt. Vom dritten Wirbel an laufen die Seitenfortsätze in eine immer mehr nach unten gerichtete Platte aus, an deren hinteren oberen Rande vom vierten Wirbel an ein kleiner Höcker mit Accessorius-Rudimenten auftritt. Derselbe wird im Verlaufe stärker. Die beiden Querfortsätze des letzten Wirbels bilden ein *foramen intertransversarium* mit einander, sind kolbig, kurz und dick und sehen nach aussen und wenig nach unten. Hämapophysen fehlen an allen Halswirbeln.

Die Brustwirbel, 15 an Zahl, tragen niedrige und breite Dornfortsätze mit geringer Neigung nach hinten, von der sie allmählig in eine fast senkrechte Richtung übergehen. Die Dornfortsätze der sechs Lendenwirbel sind etwas höher und nach hinten geneigt. Die Querfortsätze der ersten Brustwirbel sind kurz und an der Spitze knopfförmig verdickt, weiterhin gehen sie in eine mehr platte, kammartige Form über. Vom zweiten Wirbel an sitzt auch der Mamillarfortsatz auf dem Querfortsatz und zwar ist er hier und an den beiden folgenden Wirbeln als kleiner Höcker vorhanden. Am elften Brustwirbel rückt er wieder auf den vorderen Gelenkfortsatz und erreicht an den letzten Brustwirbeln eine bedeutende Grösse, der Accessorius dagegen ist selbst nicht einmal in Rudimenten vorhanden, während der Costalis mässig stark bleibt. Die *foveae costales*

vertebrales werden mit Ausnahme der drei letzten, wo übrigens die Parapophyse auch als Fortsatz hervortritt, von je zwei Wirbeln gebildet.

Die Mamillarfortsätze behalten an den Lendenwirbeln noch eine bedeutende Grösse, und sie überragen die Gelenkfortsätze etwa 3 bis 4‴ und sind nach aussen und oben geneigt. Was die Seitenfortsätze anlangt, so sind dieselben schwach und stehen auf den Wirbelbögen.

Das Kreuzbein zeichnet sich durch die Stärke seiner Mamillarfortsätze (Fig. 42 *m*) und des letzten Seitenfortsatzes aus. Erstere sind deutlich von den Gelenkfortsätzen abgesetzt, letzterer ist isolirt nach oben und hinten gerichtet (Fig. 42 *b*). Die Dornfortsätze sind mässig stark. Zu erwähnen ist, dass das Kreuzbein synostotisch mit den Darmbeinen verschmolzen ist.

Der Schwanz zeigt im Ganzen grosse Aehnlichkeit mit dem von *castor fiber*, unterscheidet sich jedoch dadurch, dass die Wirbelkörper weniger platt sind und die meisten Fortsätze, besonders an den zwei letzten Schwanzwirbeln stärker sind. Die Zahl der Schwanzwirbel betrug an dem vorliegenden Exemplare 27. Die Dornfortsätze sind von Anfang an schwach und verschwinden schon in der Mitte des Schwanzes; gleich nach ihnen auch die hinteren Gelenkfortsätze. Die vorderen Gelenkfortsätze dagegen mit ihren starken und deutlich abgesetzten Mamillarfortsätzen (Fig. 42 *mc*) bleiben bis zum letzten Wirbel recht kräftig. Am stärksten von allen sind die Seitenfortsätze (*a*). Anfangs messen sie etwa 1″, nehmen im Verlaufe sehr langsam an Länge ab, etwas rascher erst am letzten Schwanzdrittel, und verschwinden nun ganz. Was ihre Stellung anlangt, so stehen sie zuerst oben seitlich am Wirbelkörper (Fig. 42), später in dessen Mitte, überall neigen sie sich etwas nach hinten. Die *arcus haemales* verhalten sich wie bei *myrmecophaga*, indem sie fast bis zur Schwanzspitze fortbestehen. Owen gedenkt der Mamillarfortsätze am Schwanze auch und lässt sie nach dem Verschwinden der vorderen Gelenkfortsätze am vierzehnten Wirbel allein fortbestehen. Dass die Mamillarfortsätze den grössten Theil der fortbestehenden Fortsätze bilden, kann man wohl mit Recht annehmen, doch sie dieselben einzig und allein bilden zu lassen, ist durchaus willkührlich.

Rückblick. Eine Haupteigenthümlichkeit der Edentaten ist die Bildung neuer Gelenke an den letzten Brust- und allen Lendenwirbeln vermittelst der accessorischen Fortsätze. Dies verleiht der ganzen Wirbelsäule offenbar eine grosse Festigkeit und Stärke. Nur bei *manis* vermissen wir jene Gelenke. Allen gemeinsam ist ferner das Zurücktreten der Hämapophysen und die Schwäche der Muskelfortsätze an den Halswirbeln, die starke Ausbildung der Mamillarfortsätze an den letzten Brust- und allen Lendenwirbeln sehen wir nur bei *bradypus* fehlen, hier waren sie wegen der geringen Ausbildung des Schwanzes nicht erforderlich; am

stärksten sind sie bei *Dasypus,* indem sie hier zugleich mit zur Tragung des Gürtels verwendet werden. Am Kreuzbein und Schwanze bleiben sie bei den meisten Edentaten stark entwickelt. *Myrmecophaga* zeigt am Schwanze noch darin eine merkwürdige Abweichung, dass die Elemente der getheilten Seitenfortsätze statt hinter einander über einander stehen. Das sind etwa die Hauptbefunde.

Solidungula.

Equus caballus. Die Halswirbel werden durch das starke Vorspringen einiger Fortsätze in ihrer Gestalt sehr modificirt. Dies gilt besonders auch von den Gelenkfortsätzen, so dass die Bogen flach erscheinen, zumal sie nur mit kleinen Dornfortsätzen besetzt sind, nur der des Epistropheus macht eine Ausnahme. Derselbe ist stark und theilt sich hinten in zwei Schenkel, die sich auf dem hinteren Gelenkfortsatze verlieren. Letztere sind an den fünf letzten Halswirbeln mit schwachen Muskelfortsätzen versehen, während stärkere seitliche Auftreibungen der vorderen Gelenkfortsätze Mamillarfortsätze repräsentiren. Sowohl Muskel- als auch Mamillarfortsätze sind noch auf dem Gelenkfortsatze des ersten Brustwirbels nachweisbar.

Die starken Seitenfortsätze des Atlas erstrecken sich von den vordern Gelenkfortsätzen zu den hintern und sind in der Fläche S förmig gebogen. Von der *Arteria vertebralis* werden sie in der Quere doppelt durchbohrt, einmal etwa in der Mitte, das zweite Mal mehr nach vorn zu. An den Seitenfortsätzen der folgenden Wirbel ist der untere Querfortsatz bedeutend breiter als der obere und gehört dem Körper an, während letzterer auf dem Bogen steht. Nach der Bildung eines *foramen intertransversarium* laufen sie ausser am Epistropheus, wo nur ein einfacher Fortsatz vorhanden ist, in eine niedrige Platte aus, deren vorderes und hinteres Ende lang ausgezogen und verdickt ist. Die hintere Partie ist dem Seitenfortsatzhöcker identisch, demgemäss sehen wir auch vom vierten bis sechsten Wirbel Rudimente von accessorischen Fortsätzen an ihrer Spitze auftreten. Am letzten Halswirbel sind beide Querfortsätze gänzlich verschmolzen. An den Halswirbeln sehen wir schliesslich noch ähnliche Hämapophysenhöcker wie bei den Raubthieren auftreten, nur sind sie wohl noch kräftiger und enden nicht in zwei Höcker. Die beiden letzten Wirbel besitzen nur schwächere Hämapophysenkämme.

Rückenwirbel. Die Dornfortsätze wachsen bis zum vierten Wirbel zu einer bedeutenden Grösse an, um dann bis zum fünfzehnten Wirbel wieder allmählig niedriger zu werden, gleichzeitig gehen sie im Verlaufe von einer nach hinten gerichteten Stellung in eine senkrechte über. An den Lendenwirbeln findet wieder eine geringe Grössenzunahme der Dornfortsätze statt. Die Querfortsätze der Brustwirbel sind kräftig, kurz

und an ihrer Spitze unregelmässig vedickt. Erst am dritten Brustwirbel rückt der Mamillaris auf ihre Spitze, am zweiten stand er noch an ihrer Basis. Der Accessorius nimmt die hintere obere Partie der Querfortsätze ein, bleibt jedoch überall nur rudimentär und fehlt an den Lendenwirbeln gänzlich. Stärker sind die Mamillar- und Costalfortsätze, von denen erstere die vordere innere Partie des Querfortsatzes bilden und stärker hervortreten. Sie wachsen im Verlaufe zu einer nicht unbedeutenden Grösse an und rücken nach allmähliger Annäherung am letzten (achtzehnten) Brustwirbel wieder auf die vorderen Gelenkfortsätze. Die Costalfortsätze bilden anfangs den äusseren, später den hinteren äusseren Theil der Querfortsätze und articuliren, indem sie nach und nach stärker hervortreten, überall mit den Rippentuberkeln. Parapophysenhöcker treten nirgends hervor. Die *foveae costales* werden überall von zwei Wirbeln gebildet. Dadurch, dass die Costalfortsätze schliesslich fast hinter jene *foveae* rücken, kommen die Rippenköpfchen und Höcker beinahe in einer Horizontalebene zu liegen.

Lendenwirbel. Die Mamillarfortsätze derselben nehmen successiv an Stärke ab und sind am Kreuzbein nur noch an den beiden ersten Wirbeln nachweisbar. Die Seitenfortsätze sind lang und stehen zwischen Körper und Bogen. Alle sind grade nach aussen und wenig nach oben gerichtet. Die des vierten, fünften und sechsten Wirbels sind sowohl unter sich als auch mit dem Kreuzbein durch Synchondrosen verbunden.

Das Kreuzbein, welches aus sechs Wirbeln besteht, ist vorn bedeutend breiter als hinten und mit schwachen *processus obliquo-mamillares* versehen, recht stark dagegen besonders an den ersten Wirbeln sind die Dornfortsätze.

Die Schwanzwirbel sind von Anfang an nur rudimentär. Ihre Bogen kommen schon am ersten oder zweiten Wirbel nicht mehr zum Verschluss und schwinden bald gänzlich. Gleiches Schicksal haben auch schon an den mittleren Wirbeln die anfangs mässig starken Seiten- und Gelenkfortsätze. Rudimentäre Hämapophysen kommen stellenweise vor. Die letzten Schwanzwirbel sind fast kreisrund, die verdickten Enden sind Ueberreste der einzelnen Fortsätze.

Equus asinus zeigte keine nennenswerthe Abweichung von *equus caballus*, ausser dass die Mamillarfortsätze der Brustwirbel etwas schmäler und länger sind.

Ruminantia.

Bos taurus (noch jung). Die Dornfortsätze der Halswirbel sind mit Ausnahme des siebenten und zweiten niedrig und neigen sich gegen letzteren, welcher kräftig und mässig hoch ist und nach hinten in zwei Schenkel ausläuft. Die Gelenkfortsätze mit ihren Muskel- und Mamillar-

fortsätzen verhalten sich ganz wie bei *equus*, nur sind letztere schwächer. Auch die Seitenfortsätze des Atlas weichen nicht wesentlich vom vorigen ab, jedoch sind sie nicht Sförmig gebogen und werden von der Wirbelarterie doppelt durchbohrt, und zwar senkrecht, zuerst an ihrer Mitte und dann mehr nach dem vorderen Rande zu. Erstere Durchbohrung scheint einem *foramen intertransversarium* zu entsprechen. An dem Epistropheus durchbohrt die Wirbelarterie die vorderen Bogentheile, während durch den kurzen, nach hinten geneigten Seitenfortsatz nur ein Ast derselben zu treten scheint. An den vier folgenden Wirbeln vereinigen sich der obere und untere Querfortsatz nach der Bildung eines *foramen intertransversarium* wieder zu einer nach unten sehenden Platte, die am sechsten Wirbel am grössten und fast rechteckig ist, und einem über ihr stehenden Höcker. Letzterer gehört der Entwicklung nach auch hier zum oberen Querfortsatz, deutliche Spuren eines Accessorius liessen sich nirgends an ihm erkennen. Von der Platte liess es sich nicht sicher eruiren, welchem Querfortsatz sie angehört, wahrscheinlich auch hier dem oberen. Der Seitenfortsatz des letzten Halswirbels war ohne *foramen intertransversarium* und hatte an seiner Spitze einen kleinen accessorischen Höcker. Hämapophysen waren nur an den fünf ersten Wirbeln, doch schwächer als bei *equus*.

Rückenwirbel. Der Dornfortsatz des ersten Brustwirbels übertrifft die des letzten Halswirbels noch fast doppelt an Höhe, ein weiteres Wachsthum findet nur noch bis zum dritten oder vierten Wirbel statt, dann erfolgt wieder bis zum Kreuzbein hin die Abnahme, erst rascher, dann langsamer. Die Dornfortsätze der Brustwirbel neigen sich nach hinten, die der Lendenwirbel stehen fast senkrecht, sind breit und an der Spitze verdickt. Letzteres gilt auch von den kurzen Querfortsätzen der Brustwirbel. Diese lassen anfangs nur Mamillarfortsatz- und Costariusrudimente erkennen, erst an den mittleren Brustwirbeln treten auch schwache Accessorii auf, dieselben sind jedoch schwach und lassen sich an den Lendenwirbeln nicht mehr nachweisen. Am zehnten Wirbel sind der Mamillar- und Costalfortsatz zuerst durch eine schwache Furche von einander geschieden, die gänzliche Trennung findet erst am letzten (dreizehnten) Brustwirbel statt, wo der Mamillaris auf den vordern Gelenkfortsatz gerückt ist, nachdem er am vorigen Wirbel schon an dessen Basis stand. Der Costarius ist an den letzten Brustwirbeln sehr stark und sieht nach hinten und oben, stets mit den Rippenhöckern articulirend. Der Mamillarfortsatz erreicht keine bedeutende Grösse. Am hinteren Ende der Basis aller Brustwirbelbögen findet sich für den Durchtritt von Spinalnerven jederseits eine grosse Incisur oder mitunter auch ein vollständiges *foramen*. Im ersteren Falle wird diese Incisur mittelst Bandmasse zu einem *foramen* ausgebildet. Dieses Verhalten ist auch noch an den beiden ersten Len-

denwirbeln vorhanden, an den übrigen verschmelzen die Incisuren mit den Intervertebrallöchern. Parapophysenhöcker treten nirgends auf, die *foveae costales* werden stets von je zwei Wirbeln gebildet und stehen sehr hoch. Accessorische Rippentuberkel fehlen fast allen Ruminantiern.

Die Mamillarfortsätze nehmen an den Lendenwirbeln successiv ab, von den Seitenfortsätzen dagegen gilt das Umgekehrte. Dieselben sind kräftig, doch kürzer als beim Pferd, stehen auf den Bogen und sehen nach vorn. Die Lendenwirbel, sechs an Zahl, sind kürzer als beim Pferd, was für den ganzen Habitus wichtig ist.

Das Kreuzbein besteht aus fünf Wirbeln und ist ziemlich schmal. Seine Dornfortsätze sind stark und mässig hoch und zu einem nach hinten abfallenden Kamme verschmolzen. Dieselbe Verschmelzung findet sich auch an den ziemlich starken *processus obliquo-mamillares*.

Die Schwanzwirbel verhalten sich ähnlich wie bei *equus*, nur sind anfangs die einzelnen Fortsätze noch mehr ausgebildet, weil derselbe länger ist. Die vorderen Gelenkfortsätze übertreffen die hinteren bedeutend an Stärke. Die Seitenfortsätze sind niedrig und breit und zerfallen bald in einen vorderen und hinteren, von denen ersterer jedoch nur angedeutet ist. Geschlossene Bogen kommen nur an den ersten Schwanzwirbeln vor, Rudimente derselben erhalten sich jedoch noch länger. An einigen Wirbeln sieht man auch recht starke *spinae haemales*, und zwar sitzen sie auf schwachen Hämapophysen, doch bilden sie nirgends geschlossene *arcus* und verschwinden bald.

Cervus tarandus. Dornfortsätze wie bei *bos*, nur sind sie weniger stark nach vorn geneigt und ist der des Atlas schwächer, dagegen ist der des Epistropheus stärker und an der Spitze verbreitert, so dass er die beiden anliegenden Wirbel etwas überragt (Fig. 43). Von den hintern Enden der Dornfortsätze des dritten, vierten und fünften Wirbels laufen schwache Knochenleisten zu den hintern Gelenkfortsätzen. Muskelfortsätze finden sich ausser an den hintern Gelenkfortsätzen am Atlas, sie sind mässig stark und bilden vom dritten bis sechsten Wirbel kleine spitze Höcker (Fig. 43 *aa*). Stärker sind die Mamillarforsätze (Fig. 43 *m*), die die äussere Seite der vorderen Gelenkfortsätze vom dritten Halswirbel bis zum ersten Brustwirbel stark auftreiben. Die vorderen und hinteren Gelenkfortsätze sind durch starke, abgerundete Knochenleisten verbunden (*b*). Was endlich die Seitenfortsätze betrifft, so sind dieselben stärker als bei der Kuh. Die des Atlas bilden starke, breite und lange ohrförmige Platten, deren unteres Ende den Wirbel wie ein Ohrläppchen überragt. Ihre Stellung ist bei erhobenem Kopfe fast vertical (Fig. 43), ihr Neigungswinkel zur Achse des Atlas ziemlich klein. Die Seitenfortsätze des Epistropheus sind lang und dünn und scheinen auch nur von einem Ast der Wirbelarterie durchbohrt zu werden, während der Hauptstamm wie

bei *bos* den Bogen durchbohrt. Am dritten und vierten Wirbel enden die Seitenfortsätze in leicht Sförmig gekrümmte Platten, deren Enden ausgezogen und verdickt sind. Aus der hinteren Ecke bildet sich weiterhin der Seitenfortsatzhöcker, der am fünften Wirbel nach hinten sieht (*c*) und Accessorius-Rudimente enthält, aus dem übrigen Theil wird die Seitenfortsatzplatte. Dieselbe ist am sechsten Halswirbel sehr stark, fast viereckig, und sieht nach unten; vorn und seitlich an ihrer Basis sitzt der Seitenfortsatzhöcker. Der Seitenfortsatz des letzten Wirbels ist kräftig, mässig lang, ohne *foramen intertransversarium* und trägt einen kleinen Accessorius (*c*) an seiner Spitze. Die Hämapophysen sind hier sehr ausgeprägt, sie sind schmäler und fast noch länger als bei *equus*. An den Rippen scheinen schwache accessorische Tuberkel (Fig. 43 *d*) aufzutreten, während sie den Ruminantiern fast durchgängig fehlen.

Die Dornfortsätze der Brust- und Lendenwirbel sind sehr stark und gross und zeigen in ihrem Verhalten keine wesentliche Abweichung von *bos*. An Breite übertreffen auch hier die der Lendenwirbel alle übrigen (Fig. 43, 44 u. 45). Das Bewegungscentrum der Wirbelsäule liegt im zwölften Brustwirbel.

Die Querfortsätze der Brustwirbel sind niedrig und breit und tragen anfangs an ihrer Spitze eine halbkreisförmige Gelenkfläche für die Articulation mit den Rippenhöckern. Im weitern Verlaufe flacht sich dieselbe allmählig ab und statt ihrer tritt ein Costalfortsatz hervor, der an den letzten Brustwirbeln eine bedeutende Grösse erreicht (*d*). Er nimmt den hintern Theil des Querfortsatzes ein. Den vorderen Theil bildet der Mamillaris vom zweiten Brustwirbel an und tritt gerade an diesem Wirbel stark hervor (*m*). An den folgenden Wirbeln wird dieser mamillare Höcker niedriger, aber breiter und läuft nach hinten in ein Accessorius-Rudiment aus. Am elften Wirbel hat er sich dem vorderen Gelenkfortsatz wiederum genähert und rückt am folgenden Wirbel auf denselben, welchen er an den Brustwirbeln beträchtlich verdickt und erhöht, weniger dagegen an den Lendenwirbeln. Am hintern Bogentheil der Brustwirbel kommt es zur Bildung ähnlicher Incisuren und Löcher wie beim Rind (Fig. 44 *e*). Die *foveae costales vertebrales* werden stets von je zwei Wirbeln gebildet und stehen an den letzten Brustwirbeln fast in gleicher Höhe mit den Costalfortsätzen, so dass der Hals der betreffenden Rippen fast horizontal liegt.

Die Seitenfortsätze der Lendenwirbel zeichnen sich durch ihre grössere Zierlichkeit vor denen des *bos* aus (Fig. 45). Die Körper der Brust- und Lendenwirbel laufen unten mässig scharf aus, ohne dass eigentliche Kämme auftreten.

Mit den *processus spinosi* und *obliquo-mamillares* der fünf Kreuzwirbel ist gleichfalls eine Verschmelzung zu einem starken Kamm vor sich ge-

gangen, von letzterem sondert sich nur der des letzten Wirbels ab, derselbe steht isolirt und ist schwach (Fig. 45). Die Seitenfortsätze der drei letzten Kreuzwirbel sind gleichfalls nicht mit den übrigen und unter sich verschmolzen, sondern ragen isolirt nach hinten und unten (Fig. 45 *hhh*).

An den Schwanzwirbeln ist die relative Stärke und Breite der Seitenfortsätze auffallend. Die Bogen sind nur rudimentär, weswegen die vorderen Gelenkfortsätze (*l*) gleich anfangs auf dem Wirbelkörper stehen. Hämapophysen fehlen. Sonst zeigen die Schwanzwirbel nichts Besonderes.

Cervus elaphus zeigt nur geringe Abweichungen vom vorigen. Im Allgemeinen sind die Fortsätze hier schwächer, die Dornfortsätze der Halswirbel aber ausser am Epistropheus stärker. Mamillar- und Muskelfortsätze der Halswirbel sind schwächer und letztere nur durch Verdickungen der hinteren Gelenkfortsätze angedeutet. Gleichfalls schwächer sind auch die Seitenfortsätze, ausserdem aber ihre unteren Querfortsätze im Vergleich mit den oberen relativ bedeutend breiter als bei *C. tarandus*.

An den Brust- und Lendenwirbeln ist auch nur wenig Abweichendes zu erwähnen. An den Querfortsätzen der mittleren Brustwirbel treten die Costalfortsätze stärker hervor, an den letztern dagegen mehr zurück, so dass keine Articulation mit den Rippenhöckern stattfindet. Die Mamillarfortsätze sind an den letzten Brust- und allen Lendenwirbeln weit stärker, sie verdicken die Spitzen der Gelenkfortsätze knopfförmig. Der Accessorius bleibt auch nur rudimentär. Die Incisuren der Bogen sind überall mit den Zwischenwirbellöchern verschmolzen.

Das Kreuzbein unterscheidet sich dadurch vom vorigen, dass der Kamm der verschmolzenen *processus spinosi* bedeutend stärker, der der *processus obliquo-mamillares* aber schwächer ist, ausserdem sind die Seitenfortsätze insgesammt verschmolzen. — Der Schwanz zeigt nichts Erwähnenswerthes.

Cervus capreolus stimmt fast ganz mit den vorhergehenden überein, nur sind die Halswirbel etwas länger und ihre Dornfortsätze schwächer, Gleiches gilt auch von dem Dornfortsatzkamm des Kreuzbeins.

Ovis aries. Die Wirbelsäule dieses Thieres ist kräftiger als die des Rehs, die Halswirbel sind jedoch kürzer und ihre Dorn-, Mamillar- und Muskelfortsätze schwächer. Die Seitenfortsätze des dritten bis fünften Wirbels bilden eine niedrige, leicht S förmig gekrümmte Platte, deren Enden ausgezogen und verdickt sind. Das hintere Ende entspricht auch hier dem Seitenfortsatzhöcker mit dem Accessorius. Uebrigens stimmen die Halswirbel mit denen von *C. elaphus* überein.

Die Brustwirbel zeigen gleichfalls nur unbedeutende Abweichungen. Die Mamillar- und Costalfortsätze sind recht stark, letztere besonders an dem letzten Brustwirbel, wo er an seinen hinteren oberen Enden einen

schwachen Accessorius trägt. Erwähnenswerth ist, dass die Parapophysen an den letzten Brustwirbeln als Höcker hervortreten. Mit ihnen verschmilzt am letzten Wirbel der Costalfortsatz. Andeutungen vom Hervortreten der Parapophyse finden sich allerdings schon bei der ganzen Gattung *cervus*, doch springen dieselben noch wenig hervor. Als Fortsetzung des vorderen Theiles der *fovea costalis* tritt an den letzten Brustwirbeln auch am hintern Theil der Wirbel ein Höcker auf, der sich sogar noch an den ersten Lendenwirbeln recht stark erhält. Derselbe ist kein Theil der Parapophyse, aber doch ein accessorisches Gebilde derselben.

An den Lendenwirbeln, deren Zahl sieben beträgt, sehen wir breite Dorn- und starke Mamillarfortsätze. Letztere treten an zwei Exemplaren als starke kolbige Verdickungen der Gelenkfortsätze auf, während Retzius sie nur rudimentär sein lässt. Auch lassen sich rudimentäre accessorische Fortsätze an den Lendenwirbeln nachweisen, nach Retzius fehlen sie.

Die *processus spinosi* und *obliquo-mamillares* des Kreuzbeins sind niedrig, aber kräftig und nicht mit einander verschmolzen. Der Seitenfortsatz des letzten Kreuzwirbels ist stark und isolirt nach hinten gerichtet. — Der Schwanz bietet nichts Verschiedenes von *cervus*.

Ovis tragelaphus ist in Bezug auf seine Wirbelsäule kräftiger und plumper gebaut als *ovis aries*, das gilt von allen Theilen derselben. An den Halswirbeln sind die Dornfortsätze mit Ausnahme der des Atlas, der nur rudimentär ist, zugleich länger als beim vorigen. Die übrigen Fortsätze sind nur plumper und kräftiger. Dies gilt in hohem Masse auch von den Fortsätzen der Rücken- und Lendenwirbel. Alle Dornfortsätze neigen sich gegen den zwölften Brustwirbel und sind an den letzten Brust- und Lendenwirbeln sehr breit. Die Mamillarfortsätze bilden an den vorderen Gelenkfortsätzen colossale Verdickungen. Rudimente von accessorischen Fortsätzen lassen sich hinten an den starken Costalfortsätzen der letzten Brustwirbel nachweisen, ebenso auch noch an den vier ersten Lendenwirbeln und zwar stehen sie hier hinten an der Basis der Seitenfortsätze. Letztere stehen zwischen Körper und Bogen. — Das schmale Kreuzbein besteht aus vier Wirbeln, deren Dornfortsätze zu einem starken Kamm verschmolzen sind, während die *processus obliquo-mamillares* schwach bleiben. Die Schwanzwirbel thun sich gleichfalls durch Kräftigkeit und Plumpheit ihrer Fortsätze hervor und zeigen fast nichts Bemerkenswerthes.

Auchenia Llama. Der Hals dieses Thieres ist sehr lang, was besonders durch die bedeutende Längenzunahme des zweiten bis sechsten Wirbels bewirkt wird, dagegen sind die Wirbel relativ schmal und besitzen nur niedrige mehr kammartige Dornfortsätze, die gegen das hintere Wirbelende hin abfallen. Am stärksten ist der des Epistropheus, der zugleich überall gleich hoch ist und nach hinten in zwei kleine Höcker

ausläuft. Am Atlas repräsentirt nur eine kleine runde Erhebung den Dornfortsatz. Die Gelenkfortsätze, besonders die vorderen, sind lang und schmal und letztere mit successiv sich verstärkenden Mamillarfortsätzen versehen, schwächer sind die Muskelfortsätze. Erstere sind an den letzten Halswirbeln sogar deutlich von ihren Gelenkfortsätzen abgesetzt. Was die Seitenfortsätze betrifft, so haben dieselben mit Ausnahme des ersten, der an Form ähnlich wie bei *cervus* ist, keine *foramina intertransversaria*, beide Querfortsätze sind also gänzlich verschmolzen. Die Wirbelarterie verläuft grösstentheils im Rückenmarkskanal und durchbohrt nur den vorderen Bogentheil, um vor den vorderen Gelenkfortsätzen zum Vorschein zu kommen. Der Seitenfortsatz des Epistropheus nimmt nur den hinteren Theil des Wirbels ein, und ist so einem rechtwinkligen Dreieck ähnlich, das mit der grösseren Kathete auf dem Wirbel sitzt und dessen kleinerer nach hinten sieht. Die Seitenfortsätze der folgenden drei Wirbel werden durch je zwei Höcker, einen vorderen tieferstehenden und einen hinteren höherstehenden, repräsentirt. Beide Höcker sind mässig stark und durch eine niedrige Knochenleiste verbunden. Man kann sich dies Verhältniss so entstanden denken, dass die mittlere Partie eines S förmig gekrümmten Seitenfortsatzes grösstentheils durch Schwund verloren gegangen ist. Der hintere Höcker entspricht einem Seitenfortsatzhöcker. Am sechsten Wirbel tritt am hinteren Wirbelende noch ein dritter Höcker auf, der mit dem vorderen in einer Ebene liegt. Denkt man sich beide durch eine Knochenplatte verbunden, so hat man eine Platte, wie wir sie bei *cervus* sehen. Alle Seitenfortsätze gehören nur dem Wirbelkörper an, selbst der des letzten Wirbels ist nur dem Bogen etwas näher gerückt, derselbe ist stark und an der Spitze verbreitert. Die Hämapophysen sind ähnlich wie bei *C. elaphus* stark und an ihrer Spitze sehr breit.

Rückenwirbel. Die Dornfortsätze sind ähnlich wie bei *cervus*, nur sind die der vorderen und mittleren Wirbel relativ niedriger. Das Bewegungscentrum der Brust- und Lendenwirbel liegt im letzten (zwölften) Brustwirbel, letztere neigen sich jedoch nur wenig gegen ihn.

Die Querfortsätze der Brustwirbel sind niedrig aber recht stark und enthalten vom zweiten Wirbel an auch die Mamillarfortsätze, die als schmale, spitze, nach vorn sehende Höcker nahe der Basis auf ihnen sitzen. Am neunten und zehnten nähern die Mamillarfortsätze sich wieder den vordern Gelenkfortsätzen und sind am elften Wirbel wieder auf sie gerückt, um bis zum Kreuzbein deutlich von ihnen abgesetzt zu bleiben. Die Costalfortsätze anfangs niedrig und breit, werden vom sechsten bis neunten Brustwirbel schmäler und länger, weiterhin treten sie wieder mehr zurück. Vom neunten bis elften Wirbel bemerkt man hinten und oben auf ihnen schwache Accessoriusrudimente. Nach allmähliger Annäherung verschmilzt der Costarius am letzten Brustwirbel mit der Parapophyse,

die schon an einigen vorhergehenden Wirbeln als schwacher Höcker hervortrat, und bildet mit ihr einen wirklichen, die Rippen tragenden Seitenfortsatz.

Die Seitenfortsätze der sieben Lendenwirbel sind lang und schmal und stehen fast horizontal mit geringer Neigung nach vorn. Ihrer Stellung nach gehören sie mehr dem Körper als dem Bogen an. Accessorische Fortsätze kann man nirgends erkennen.

Das Kreuzbein setzt sich aus vier Wirbeln zusammen und ist vorn relativ sehr breit. Die Dornfortsätze sind an den beiden ersten Wirbeln schwach, an den beiden letzten niedrig, aber kräftig; die *processus obliquo-mamillares* sind ebenfalls schwach.

Der Schwanz zeigt keine nennenswerthe Abweichung von den früheren Repräsentanten dieser Klasse.

Camelus dromedarius. Dieses Thier schliesst sich sehr eng an das Lama. Die Dornfortsätze der fünf ersten Halswirbel sind schwächer, die beiden Dornfortsatzhöcker des Epistropheus aber stärker als beim Lama. Der Dornfortsatz des vorletzten Halswirbels ist sehr breit und etwa 1,5 bis 2″ hoch, der des letzten ist schmäler, aber fast doppelt so hoch. Das Verhalten der Gelenk-, Muskel- und Mamillarfortsätze ist gleichfalls ganz ähnlich, nur sind erstere kürzer. Die Seitenfortsätze sind auch hier mit Ausnahme des ersten ohne *foramen intertransversarium.* Der des Atlas ist hinten ohrläppchenförmig ausgezogen und weicht darin ab, dass seine Parapophyse bedeutend breiter als beim Lama ist. Der Verlauf der Wirbelarterie zeigt keine Abweichung. Was ferner die Seitenfortsätze der übrigen Halswirbel anbetrifft, so werden dieselben auch durch ähnliche Höcker wie beim Lama repräsentirt, nur sind beide Höcker vom dritten bis fünften Wirbel kräftiger, der hintere aber niedriger. Am sechsten Wirbel sind die beiden untern Fortsätze wieder zu einer starken Platte verbunden, an und über der der dritte Höcker steht. Diese Platte ist am Seitenfortsatz des letzten Halswirbels, welcher kurz und kräftig ist und ein *foram. intertransversarium* besitzt, durch einen kleinen Höcker angedeutet, der vorn an dem eigentlichen Seitenfortsatzhöcker sitzt. Die Hämapophysen sind niedriger als beim Lama, doch sehr breit.

Rückenwirbel. Die Dornfortsätze erreichen am dritten oder vierten Brustwirbel ihre grösste Höhe, etwa 8 bis 9″, und nehmen von hier an erst rascher, dann langsamer bis zum *os sacrum* hin wieder ab. Alle sind kräftig und breit, letzteres gilt ganz besonders von denen der fünf ersten Lendenwirbel. Erwähnt sei auch, dass die Dornfortsätze aller Brust- und der beiden ersten Lendenwirbel starke Epiphysen besassen; ausserdem sind ihre Spitzen vom zehnten Brust- bis zum sechsten Lendenwirbel durch Synchondrosen unter einander verbunden. Diese Synchondrosen erreichen ihre grösste Ausdehnung an den mittleren Lenden-

wirbeln. Die Querfortsätze der Brustwirbel sind niedrig, aber kräftig, und enthalten von Anfang an die Elemente zu drei Fortsätzen. Der Form nach sind sie mehr dreieckig mit stumpfen Ecken, von denen der vordere obere den Mamillaris, der hintere obere den Accessorius und der hintere äussere den Costarius repräsentirt. Der Accessorius tritt an den mittlern Brustwirbeln mehr zurück, so dass die Querfortsätze langgestreckt erscheinen, weiterhin wird er jedoch wieder stärker und rückt auf den Costalfortsatz, dessen hinteren Theil er am letzten (zwölften) Brustwirbel bildet. Auf den Seitenfortsätzen der ersten Lendenwirbel erkennt man ihn noch als schwache Rauhigkeit. Owen lässt ihn nicht nur hier, sondern auch an allen Brustwirbeln ganz fehlen. Der Mamillarfortsatz ist an den Brustwirbeln mässig stark, am zwölften rückt er auf den vorderen Gelenkfortsatz, den er bis zum Kreuzbein hin verdickt. Der Costalfortsatz endlich ist gleichfalls stark, jedoch nur am letzten Brustwirbel vom Mamillaris getrennt. Er articulirt überall mit dem Rippentuberkel, dessen Ränder theilweise sehr stark aufgeworfen sind. Eigentliche accessorische Tuberkel fehlen. Der untere Querfortsatz tritt an den letzten Brustwirbeln kaum hervor.

Die Seitenfortsätze der sieben Lendenwirbel stehen zwischen Körper und Bogen, sind lang, mässig breit und etwas nach vorn und unten geneigt. Die Körper der Lendenwirbel sind breiter, aber niedriger als die der Brustwirbel.

Das Kreuzbein ist gleichfalls breit und trägt niedrige, kräftige Dornfortsätze, deren Höhe fast gleich ist; die *processus obliquo-mamillares* dagegen sind nur schwach. — Der Schwanz ist ganz wie beim Lama, an seinen mittleren Wirbeln fanden sich aber vorn noch je zwei starke Hämapophysenhöcker.

Lassen sie uns das Charakteristische für diese beiden Klassen, die sich sehr nahe stehen, nochmals recapituliren. An den Halswirbeln sehen wir die Dornfortsätze mit Ausnahme des zweiten, der einem grossen Theil des *ligamentum nuchae* zum Ursprung dient, nur schwach entwickelt. Desto stärker und höher finden wir sie an den ersten Brustwirbeln, wo sie dem *ligamentum nuchae* zur Insertion dienen, weiterhin nehmen sie bis zum Kreuzbein hin an Länge ab, wachsen jedoch noch in die Breite. Sehr kräftig sind ferner auch bei den meisten Repräsentanten dieser Klassen die Seitenfortsätze der Halswirbel, ausser am Epistropheus und letzten Wirbel, vom dritten oder vierten bis sechsten Wirbel enden sie in eine untere Platte und einen oberen Höcker, welcher letztere die Rudimente des Accessorius enthält, wenn sie auch nicht immer nachweisbar sind. Sehr häufig sind die Seitenfortsätze durch scharfe Knochenleisten mit den vorderen Gelenkfortsätzen verbunden. Das Lama und Kameel zeigen in Betreff ihrer Seitenfortsätze noch darin eine Eigenthümlichkeit,

dass dieselben kein *foramen intertransversarium* besitzen. Die Gelenkfortsätze treten im Allgemeinen in den beiden letzten Klassen stark hervor, die Muskelfortsätze sind jedoch nur schwach, stärker dagegen die Mamillarfortsätze, welche durchgängig erst am zweiten Brustwirbel auf die Querfortsätze rücken. Was endlich die Hämapophysen anlangt, so sind dieselben an den fünf ersten Halswirbeln fast bei allen sehr stark.

Für die Rückenwirbel ist das starke Zurücktreten der accessorischen Fortsätze charakteristisch, sie bleiben überall nur rudimentär, während sie an den Lendenwirbeln vielen ganz fehlen. Stärker dagegen sind die Mamillar- und Costalfortsätze; letzterer rückt gegen das Ende der Rückenwirbelsäule der Parapophyse sehr nahe, ja vereinigte sich beim Lama, wo letztere als Höcker hervortritt, ganz mit ihr zu einem rippentragenden Seitenfortsatz. — An den Lendenwirbeln ist, ausser dem schon erwähnten Verhalten des Accessorius, nur noch die Stellung der kräftigen Seitenfortsätze zu berücksichtigen. Sie stehen nämlich eher auf dem Bogen als auf dem Körper, also wieder ein Beweis dafür, dass jene Fortsätze im Allgemeinen bei kurzschwänzigen Thieren höher stehen als bei langschwänzigen.

Das Kreuzbein, welches ausser beim Lama und Kamel schmal ist, ist dadurch gekennzeichnet, dass seine *processus spinosi* und *obliquo-mamillares* fast durchgängig zu drei Kämmen verschmolzen sind. Letztere Fortsätze sind im Allgemeinen ziemlich schwach. Der Schwanz bietet nirgends etwas Besonderes.

Pachydermata.

Tapirus americanus. Die Dornfortsätze nehmen vom dritten Halswirbel an an Höhe zu, doch bleiben sie ausser am zweiten und letzten Wirbel nur schwach (Fig. 46). Durch das starke Vorspringen der Gelenkfortsätze erscheinen die Bögen wie ausgehöhlt, die Muskelfortsätze sind jedoch nur schwach, während die Mamillarfortsätze (Fig. 46 *m*) vom dritten bis fünften Wirbel etwas stärker vorspringen und sich bis zum zweiten Brustwirbel auf den vorderen Gelenkfortsätzen nachweisen lassen. Der Seitenfortsatz des Atlas bildet eine starke horizontal liegende Platte, welche das hintere Wirbelende etwas überragt, ein *foramen intertransversarium* wird jedoch nur an ihrem hintern Wirbelende gebildet, weil die Parapophyse sehr schmal ist. Das grosse *foramen intertransversarium* des Epistropheus wird nur von einem einfachen Knochenring umschlossen, dessen oberer dem oberen Querfortsatz entsprechender Theil nur sehr dünn ist. Von dem vorderen Gelenkfortsatz, desselben Wirbels geht eine Knochenspange zum vordern Theil der Basis des Dornfortsatzes und bildet so ein *foramen* (*a*). Die Seitenfortsätze des dritten bis sechsten Wirbels, deren unterer Querfortsatz breiter als der obere ist, enden in

eine successiv sich vergrössernde Platte (*c*) und einen hinter und über ihr stehenden Höcker (*b*). An dem starken einfachen Seitenfortsatz des letzten Halswirbels befindet sich noch ein zweiter nach unten ragender Fortsatz (*d*), der wohl als das Rudiment einer Platte anzusehen ist. Ein *foramen intertransversarium* fehlt an diesem Wirbel. Die Hämapophysen sind niedriger und breiter als bei den Wiederkäuern und enden am zweiten und dritten Wirbel in je zwei Höcker, während sie vom sechsten Halswirbel bis zum ersten Brustwirbel durch eine niedrige über den ganzen Wirbelkörper verlaufende Knochenleiste repräsentirt werden.

Rückenwirbel. Nach geringem Wachsthum an den ersten Brustwirbeln nehmen die Dornfortsätze bis zum sechzehnten an Höhe allmählig ab, an Breite dagegen zu, und wachsen von hier bis zum *os sacrum* wieder etwas (Fig. 47 u. 48). Alle sind an der Spitze etwas verbreitert. Die Querfortsätze der Brustwirbel, welche noch ähnlich wie bei den vorhergehenden Klassen sind, tragen vom dritten Wirbel an einen starken nach vorn ragenden und kammartigen Mamillarfortsatz (Fig. 46 *e*), der bis zum fünften Wirbel noch an Höhe zunimmt, um von hier an wieder auf einen nach vorn ragenden Höcker reducirt zu werden (Fig. 47 *f*). Dieses Verhältniss findet sich bis zum letzten (neunzehnten) Wirbel, nur ist zu bemerken, dass der Mamillarfortsatz mit dem Schmälerwerden des Querfortsatzes selbst schwächer wird. Accessorische Fortsätze sind nur an einigen Wirbeln sehr schwach angedeutet. Die Costalfortsätze endlich treten am hintern Theil des Querfortsatzes als kurze mehr oder weniger starke Höcker (Fig. 46 *g* u. 47 *g*) hervor. Vom sechzehnten bis achtzehnten Wirbel sind sie plötzlich sehr schwach und articuliren nicht mehr mit den Rippenhöckern (Fig. 47), am neunzehnten Wirbel dagegen sind sie wieder stärker und sitzen an der untern Seite des Querfortsatzes (Fig. 47 *h*). Ueber und hinter ihm sitzt hier ein nach aussen ragender Fortsatz (*l*), der wohl als Accessorius aufzufassen ist. Vom Mamillaris sind beide durch eine tiefe Furche getrennt. Gleich hinter den Wurzeln der Querfortsätze sind die *crura arcuum* vom zweiten oder dritten Brustwirbel an von horizontal gestellten Löchern (Fig. 46 u. 47 *i i*) durchbohrt, während an den Lendenwirbeln und am ersten oder zweiten Brustwirbel Incisuren statt derselben auftreten. Parapophysenhöcker treten nirgends hervor und die *foveae costales vertebrales* werden stets von je zwei Wirbeln gebildet. Die Körper der letzten Brust- und des ersten oder der beiden ersten Lendenwirbel zeigen eine niedrige, stumpfe Hämapophysenleiste. Die Seitenfortsätze der vier Lendenwirbel sind schmal, mässig lang und stehen fast horizontal nach aussen, nur der des letzten Wirbels ist etwas nach vorn geneigt. Derselbe articulirt zugleich mit dem Kreuzbein wie beim Pferde (Fig. 48). Alle Seitenfortsätze stehen zwischen Körper und Bogen und tragen bis zum dritten Wirbel auf ihrer Basis starke kammartige Mamil-

larfortsätze (Fig. 48 *k*), erst am letzten Lendenwirbel rückt dieser Fortsatz auf den vorderen Gelenkfortsatz und überragt ihn bis zum zweiten Kreuzwirbel beträchtlich.

Das Kreuzbein, welches aus sechs Wirbeln besteht, ist vorn sehr breit und trägt einen starken Dornfortsatzkamm, an dessen Bildung sich alle ausser dem ersten Wirbel betheiligen. Die *processus obliquo-mamillares* sind an den beiden mittleren Kreuzwirbeln nur noch rudimentär und fehlen an den beiden letzten ganz.

An den Schwanzwirbeln fehlen die Gelenkfortsätze gleich anfangs ganz, nur die Bögen bleiben noch eine Zeit lang rudimentär und mit schwachen Dornfortsätzen versehen, weiterhin bleiben sie zunächst offen und verschwinden bald ganz. Aehnlich verhält es sich auch mit den Seitenfortsätzen. Dieselben zerfallen an den mittleren Schwanzwirbeln in zwei schwache Fortsätze (Fig. 48 *s*) und sind bald nur noch durch die verdickten Wirbelenden angedeutet.

Sus scrofa. Das vorliegende Exemplar, welches noch theilweise mit Epiphysen versehen war, zeigte in Bezug auf seine Halswirbel nur geringe Abweichungen vom Tapir. Die Muskel- und Mamillarfortsätze sind schwächer, überhaupt springen die Gelenkfortsätze wenig hervor, so dass die Bogen nicht ausgehöhlt, sondern flach erscheinen. Die Seitenfortsatzplatten des dritten bis sechsten Wirbels sind relativ stärker als beim Tapir, dagegen sind die Höcker kurz und grade nach aussen gerichtet. Letztere gehören der Entwicklung nach entschieden zum oberen Querfortsatz, während dieses sich von den Platten nicht ganz feststellen liess, ja es schien fast, als ob sie eher zur Parapophyse gehörten. Von den Seitenfortsatzhöckern der sechs letzten Halswirbel geht eine starke Leiste zu den vorderen Gelenkfortsätzen und wird von einem *foramen* durchbohrt, ein ähnliches Verhalten, wie es beim Tapir am Epistropheus erwähnt wurde. Dem Seitenfortsatz des siebenten Halswirbels kann ein *foramen intertransversarium* zukommen und fehlen, ein Accessorius liess sich nicht auf ihm nachweisen. Die Hämapophysen sind ausser am Atlas nur rudimentär.

Rückenwirbel. Die Dornfortsätze nehmen vom zweiten Brustwirbel an bis zum letzten (fünften) Lendenwirbel erst rascher, dann langsamer an Höhe ab und neigen sich gegen den zwölften Brustwirbel. Letzteres gilt besonders von den mittleren Brustwirbeln, die zugleich schmäler als alle übrigen sind. Die Querfortsätze der beiden ersten Brustwirbel sind kurz, aber kräftig und tragen an ihrer Spitze einen niedrigen breiten Kamm, der nach hinten in eine accessorische Ecke ausläuft, nach vorn dagegen am ersten Wirbel allmählig abfällt, am zweiten aber einen Mamillarfortsatz bildet. Vom dritten Wirbel an sind die Querfortsätze mehr oder weniger dreieckig, deren drei Ecken wie bei früheren Thieren den

drei Fortsätzen entsprechen. Der hintere äussere Theil derselben, der Costalfortsatz tritt an den mittleren Brustwirbeln stärker hervor und sondert sich durch eine schwache Furche von den beiden anderen ab, die vom sechsten bis zehnten oder elften Wirbel kurze Kämme bilden. Schon vom ersten Brustwirbel an läuft vom hinteren Ende des Querfortsatzes zur vordern Wand der *fossa costalis* eine stumpfe Leiste, weiterhin verstärkt dieselbe sich und dient dem Accessorius als Richtungslinie, auf welcher derselbe an den letzten Brustwirbeln sich dem hintern Wirbelende nähert und hinter die *fovea costalis* zu stehen kommt. Diese Stellung nimmt er schon am zwölften Wirbel ein, nachdem er sich nach dem Aufrücken des Mamillarfortsatzes auf den Gelenkfortsatz des vorhergehenden Wirbels gänzlich von jenem getrennt hatte. Am vierzehnten Brustwirbel ist der Accessorius sehr stark und grade nach aussen gerichtet; vor ihm steht ein durch die Vereinigung des Costalis und der Parapophyse gebildeter Seitenfortsatz. Schon vom zwölften Wirbel an, wo der Costalfortsatz kleiner ist, als an den vorigen Wirbeln, ist derselbe mit dem hinteren Rande der *fossa costalis* verschmolzen und nimmt mit ihr die verschmolzenen *capita* und *tubercula costarum* auf. Weiterhin treten sie als Höcker hervor. Die Wirbelbogen werden von ähnlichen Löchern wie beim Tapir durchbohrt, nur findet diese Durchbohrung in verticaler Richtung statt. Vor- und einwärts von den grössern Löchern findet sich vom elften Brustwirbel an noch je ein kleineres. Die grössern *foramina* verschmelzen vom dreizehnten Wirbel an mit den *foramina intervertebralia*.

Die Seitenfortsätze der Lendenwirbel sind etwas breiter und kürzer als beim Tapir und werden an ihrem hinteren Rande, nahe ihrer Basis, anfangs von einem kleineren, vom dritten Wirbel an aber von einem grösseren Loch vertical durchbohrt. Die Mamillarfortsätze sitzen an allen Lendenwirbeln auf den vorderen Gelenkfortsätzen und treten stark hervor. — Das schmale und platte Kreuzbein besteht aus fünf Wirbeln, deren *processus spinosi* und *obliquo-mamillares* nur rudimentär sind.

Der Schwanz verhält sich ähnlich wie beim Tapir, besitzt jedoch anfangs noch schwache vordere und hintere Gelenkfortsätze, welche länger fortbestehen als der Bogen.

Ein Skelett eines jungen Elephanten zeigte, dass die Körper der Halswirbel aus je drei Theilen bestehen, dem eigentlichen Wirbelkörper und zwei seitlichen Belegschichten, die hier eine bedeutende Ausdehnung hatten und oben in der Mittellinie des Wirbelkörpers zusammenstiessen. Diese Belegschichten fanden sich auch an den Brust- und Lendenwirbeln vor, nur waren sie bedeutend schmäler, trotzdem ging auch hier der Bogen mit seinen einzelnen Fortsätzen aus ihnen hervor. Uebrigens zeigte dieses Thier nichts Besonderes.

Die Halswirbelsäule der Dickhäuter ist im Allgemeinen der der Wie-

derkäuer noch sehr ähnlich, doch charakteristisch für sie sind jene den vorderen Bogentheil durchbohrende *foramina*, die beim Tapir allerdings nur am Epistropheus vorkommen. An den Querfortsätzen der Rückenwirbel sieht man die accessorischen Fortsätze wieder stärker hervortreten. Der hintere Bogentheil der Brustwirbel ist wie bei manchen Wiederkäuern von stärkeren Löchern durchbohrt, die den Spinalnerven zum Durchtritt dienen, an den Lendenwirbeln verschmelzen sie auch hier mit den Zwischenwirbellöchern. Die Seitenfortsätze der Lendenwirbel stehen zwischen Körper und Bogen und tragen beim Tapir mit Ausnahme des letzten an ihrer Basis starke Mamillarfortsatzkämme, während sie bei *sus* von starken Löchern durchbohrt sind. Was endlich die Fortsätze des Kreuzbeins anbetrifft, so sind dieselben durchschnittlich nur schwach.

Cetaceae.

Manatus australis (noch theilweise mit Epiphysen versehen). Die Halswirbel sind sehr kurz und zu fünf verschmolzen, die beiden ersten Wirbel sind stärker als die drei übrigen, welche fast lamellenartig dünn sind. Dornfortsätze fehlen ganz, weil die beiderseitigen Bogenhälften nicht knöchern verschmolzen waren. Die Gelenkfortsätze traten mässig stark hervor und zeigten an den drei letzten Wirbeln kleine Erhabenheiten als Andeutungen von Muskel- und Mamillarfortsätzen. Der Seitenfortsatz des ersten Wirbels war breit und stark, doch undurchbohrt; am zweiten Wirbel dagegen blieben der obere und untere Querfortsatz, von denen letzterer auf dem Körper stand, ganz isolirt, an den übrigen Halswirbeln waren beide Querfortsätze wieder mit einander verschmolzen und trugen an ihrer Spitze durch Ligamente geschlossene *foramina intertransversaria* (Fig. 49 *a*). Ein schwacher Hämapophysenhöcker findet sich nur am Atlas, die folgenden Wirbel sind unten ganz flach. Die Bogen der letzten Halswirbel sind beträchtlich dünner als die Körper, so dass grosse Zwischenräume zwischen ihnen bleiben. Aehnliche Zwischenräume finden sich auch zwischen den Bogen der ganzen übrigen Wirbelsäule.

An den siebzehn Brustwirbeln sehen wir niedrige, aber kräftige Dornfortsätze, welche mit Ausnahme der beiden ersten nach hinten geneigt sind (Fig. 49 u. 50). Bis zum dritten Brustwirbel wachsen sie an Höhe, um von hier bis zum letzten wieder etwas abzufallen und am vierzehnten Bauchschwanzwirbel ganz zu verschwinden. Die Querfortsätze, welche kräftig und lang sind, neigen sich erst etwas nach vorn, oben und aussen, später nach hinten, oben und aussen. Besondere Fortsätze sind anfangs nicht an ihnen zu erkennen, erst am sechsten Wirbel sieht man oben und vorn auf ihnen nahe ihrer Spitze schwache mamillare Höcker (Fig. 50 *b*).

Dieselben rücken am siebenten und achten Wirbel dem Gelenkfortsatze wieder näher und scheinen schon am neunten mit ihm zu verschmelzen. Die *foveae costales vertebrales* werden bis zum dreizehnten Wirbel von je zwei Wirbeln gebildet und sind sehr tief. Weiterhin verflachen sie sich und schon am fünfzehnten Wirbel tritt statt ihrer ein schwacher Hämapophysenhöcker auf. Derselbe verstärkt sich am sechzehnten Wirbel bedeutend und legt sich an den oberen Querfortsatz, so dass beide zusammen einen breiten Fortsatz bilden, ohne mit einander zu verschmelzen. Letzteres erkennt man daran, dass das *caput* und *tuberculum costae* noch gesondert mit den entsprechenden Höckern articuliren. Am letzten Brustwirbel sind beide Fortsätze ganz mit einander verschmolzen und tragen eine Rippe an ihrer Spitze (Fig. 50 *c*).

Die Bauchschwanzwirbel, 26 an Zahl, sind etwas platt und thun sich durch die Stärke ihrer Seitenfortsätze hervor, welche überall auf der Mitte der Wirbelkörper sitzen. Anfangs sehr lang und breit nehmen dieselben im Verlaufe allmählig an Höhe ab und verlieren sich an den letzten Wirbeln ganz (Fig. 50 u. 51 *d*). Schon vom vierten Wirbel an articuliren die vorderen und hinteren Gelenkfortsätze nicht mehr mit einander und nehmen nun successiv ab, dabei rücken sie jedoch allmählig an die Spitze der Bogen und lassen dieselbe verbreitert erscheinen (Fig. 51). Am funfzehnten Wirbel ist der Bogen nicht mehr geschlossen und an einigen der folgenden Wirbel nur noch rudimentär angedeutet. — An den Wirbelkörpern des siebenten bis sechzehnten Brustwirbels trifft man starke kammartige Hämapophysen (Fig. 50 *e*), weiterhin verschwinden sie bald gänzlich, nur sind die Wirbel unten noch etwas zugeschärft. Im Interstitium des dritten und vierten Bauchschwanzwirbels tritt zuerst ein starker *arcus haemalis* auf (Fig. 50 *f*), der hier wie auch an den folgenden Wirbeln von je zwei Höckerpaaren, die sich am vorderen und hinteren Wirbelende finden, getragen wird. Beide Höckerpaare bestehen später nach dem Verschwinden der *spinae haemales* noch fort, jedoch sind die vorderen schwächer als die hinteren, während der Analogie nach jene doch den eigentlichen Hämapophysenhöckern entsprechen, diese dagegen nur accessorisch sind (Fig. 51 *g* u. *h*). Erst an den letzten Schwanzwirbeln sind sie nicht mehr nachweisbar und die runden Wirbel sind nur noch mit etwas verdickten Enden versehen.

Delphinus phocaena. Sämmtliche Halswirbel sind zu einem starken Wirbel verschmolzen, der mit einem kräftigen, aber undurchbohrten Seitenfortsatz versehen ist; schwächer ist der Dornfortsatz desselben und die Hämapophyse sogar nur rudimentär.

Die Dornfortsätze der dreizehn Brustwirbel sind mässig lang und etwas nach hinten geneigt, im Verlaufe nehmen sie an Grösse zu und erreichen erst am fünften oder siebenten Bauchschwanzwirbel ihre grösste

Höhe, von hier nehmen sie erst langsamer, dann rascher wieder ab und lassen sich an den letzten Schwanzwirbeln nicht mehr nachweisen. Die Zahl der Bauchschwanzwirbel beträgt einige vierzig. Die obern Querfortsätze der ersten Brustwirbel sind kurz und schmal und tragen an ihrer Spitze kleine mamillare Höcker. Derselbe vergrössert sich an den folgenden Wirbeln rasch und ragt mehr nach vorn, doch schon am achten Wirbel rückt er auf den vorderen Gelenkfortsatz. Nun rücken die vorderen Gelenkfortsätze allmählig höher an dem Bogen hinauf und umfassen vom neunten bis dreizehnten Wirbel die Dornfortsätze der vorhergehenden Wirbel. Dieses Verhalten treffen wir auch noch an den drei oder vier ersten Bauchschwanzwirbeln, von da an erreichen sie die vorhergehenden Dornfortsätze nicht mehr, werden allmählig schwächer und rücken bald ganz auf die Dornfortsätze, an denen sie sich fast bis zum Verschwinden derselben nachweisen lassen. Von hinteren Gelenkfortsätzen findet sich hier überall keine Spur mehr. Accessorius-Rudimente sollen nach Retzius am zweiten und dritten Brustwirbel vorkommen, doch am vorliegenden Skelett liessen sie sich nicht nachweisen. Dagegen treten die Costalfortsätze stark hervor und nehmen nach der Abtrennung des Mamillaris rasch an Stärke zu. Schon vom achten Wirbel an tragen sie die Rippen an ihrer Spitze. Gleichzeitig nähern sie sich, während sie anfangs nur auf dem Bogen standen, mehr und mehr dem Wirbelkörper und rücken schliesslich ganz auf ihn, so dass sie in Bezug auf Stellung und Verhalten den Seitenfortsätzen vollständig entsprechen. Dieses Herunterrücken des Costalfortsatzes kann man sich wohl nicht anders erklären, als dass man sich denkt, dass der untere mit ihm verschmelzende Querfortsatz — das ist allerdings nicht nachweisbar — allmählig an Stärke zunimmt, so wird dann schliesslich die erwähnte Stellung resultiren. Nach Owen soll das Aufrücken der Rippen auf den Costalfortsatz dadurch zu Stande kommen, dass ihr Kopf und Hals verschwindet. Hierfür sprach auch der Umstand, dass am vorliegenden Exemplar am achten Brustwirbel einerseits ein Band von der Rippe zum Wirbelkörper ging, das ganz und gar die Richtung eines Rippenhalses hatte und wohl als nicht verknöcherter Rippenhals aufzufassen war.

Die Seitenfortsätze der Bauchschwanzwirbel sind anfangs sehr lang, mässig breit und mit Ausnahme des ersten nach vorn geneigt, während sie bei *manatus* nach hinten geneigt sind. Alle stehen horizontal. Die Abnahme dieser Fortsätze erfolgt sehr allmählig, sie verschwinden schon am 30. Wirbel, also früher als die Dornfortsätze.

Die ersten Rückenwirbel sind unten platt und besitzen vorn je zwei kleine Hämapophysenhöcker, welche bald verschwinden. Dafür wird der Wirbelkörper unten allmählig etwas schärfer. Zwischen dem sechzehnten und siebzehnten Bauchschwanzwirbel tritt ein *arcus haemalis*

auf und bleibt fast bis gegen die Schwanzspitze hin bestehen. Die letzten Wirbel sind fast viereckig mit oberer, unterer und zwei seitlichen Flächen, während die vorhergehenden Wirbel mehr rundlich sind.

Walfisch (noch jung). Die Halswirbel waren nicht unter einander verschmolzen, jedoch mit Ausnahme des Epistropheus nur sehr dünn und mit schwachen Dornfortsätzen versehen. Der Dornfortsatz des Epistropheus war stärker und grösser und an Form ähnlich wie bei den Dickhäutern. Dem Atlas fehlte ein Dornfortsatz sogar ganz. Zwischen den Dorn- und hinteren Gelenkfortsätzen finden sich am hinteren Ende der Bögen des dritten bis siebenten Wirbels schwache Muskelrauhigkeiten (eine ähnliche Rauhigkeit fand sich auch am zweiten Wirbel, hier aber am vorderen Bogenende). Die Gelenkfortsätze der Halswirbel sind nur schwach ausgebildet. Der obere und untere Querfortsatz sind am Atlas zu einem kurzen, mässig breiten und undurchbohrten Seitenfortsatz verschmolzen, am Epistropheus dagegen sind sie stärker und schliessen ein grosses *foramen intertransversarium* ein, dabei neigen sie sich etwas nach hinten. An den folgenden Wirbeln standen beide Querfortsätze noch ganz isolirt, doch war die Knochenspange, welche beide zur Umschliessung eines *foramen intertransversarium* verbinden sollte, schon theilweise gebildet. Am dritten, vierten und fünften Wirbel, wo der untere Querfortsatz den oberen an Stärke und Länge überwog, gehörte sie jenem an, an den beiden letzten Halswirbeln dagegen dem oberen, der hier stärker war, ja die Parapophyse war am siebenten Wirbel kaum noch angedeutet. Gleichzeitig stand der obere Querfortsatz am letzten Wirbel schon tiefer als an den vorhergehenden Wirbeln und war bedeutend breiter. Die Parapophyse gehörte überall dem Wirbelkörper an. Schon vom Epistropheus an liessen sich schwache Mamillarfortsätze nachweisen, doch sassen sie nicht auf den vorderen Gelenkfortsätzen, deren Gelenkflächen horizontal lagen wie sonst an den Brustwirbeln, sondern auf der Basis der oberen Querfortsätze. Im weitern Verlaufe nehmen sie bis zum letzten Halswirbel an Grösse zu und nähern sich allmählig den Gelenkfortsätzen, auf welche sie schon am ersten oder zweiten Brustwirbel rücken. Beide zusammen bilden nun nicht unbedeutende Fortsätze. Anfangs artikuliren sie noch mit den hinteren Gelenkfortsätzen, doch letztere nehmen rasch ab und verschwinden schon an den letzten Brustwirbeln. Die vorderen *proc. articulares* verhalten sich nun wie beim Delphin, sie umgreifen nämlich die Dornfortsätze, dabei rücken sie auch hier allmählig an die Spitze des Bogens, doch nie auf die Dornfortsätze. So bestehen sie sehr lange fort. Die Dornfortsätze verhalten sich an den Rumpf- und Schwanzwirbeln ganz wie bei *Delphinus*, nur sind sie relativ kürzer und breiter und stets nach hinten geneigt. Erst gegen die Schwanzspitze hin verschwinden sie mit den Wirbelbögen und zwar um ein oder zwei Wirbel früher

als die vorderen Gelenkfortsätze. Die Rippen zeigen hier an allen Brustwirbeln ein Verhalten, wie wir es beim Delphin nur an den letzten sahen, nämlich sie stehen auf der Spitze von Seitenfortsätzen. Letztere stehen am ersten Brustwirbel noch zwischen Körper und Bogen, doch schon am sechsten stehen sie auf der Mitte der Wirbelkörper, welche Stellung sie auch im weitern Verlaufe behaupten. Accessorische Rippentuberkel vermissen wir bei allen Cetaceen. Die Seitenfortsätze nehmen in ihrem ganzen Verlaufe fortwährend an Breite zu, ohne sich jemals in zwei Höcker zu theilen, an Breite dagegen nur bis zum zwanzigsten Wirbel, dann nehmen sie allmählig ab, bis sie an den letzten Schwanzwirbeln ganz verschwinden. Von accessorischen Fortsätzen liess sich an den Brustwirbeln nichts nachweisen. Die Hämapophysen waren am Halse und Atlas nur in Gestalt eines kleinen Höckers vorhanden, dagegen tritt an den Brustwirbeln allmählig wieder eine scharfe Hämapophysenleiste auf, die im Verlaufe bis zur Mitte der Länge der ganzen Wirbelsäule an Grösse zunimmt und schliesslich vom fünfzehnten oder sechzehnten letzten Wirbel an durch eine Furche in zwei Leisten getheilt wird. Weiterhin verschwinden die mittleren Theile dieser Leisten allmählig, während die vorderen und hinteren Theile sich zu je zwei Höckern umgestalten, von denen der hintere anfangs an Stärke prävalirt, doch bald erreichen beide gleiche Grösse. Zu diesen Hämapophysenhöckern gesellen sich vom zwölftletzten Wirbelinterstitium an geschlossene *arcus haemales*, welche aber bald wieder verschwinden. Sie wurden besonders von den hinteren Hämapophysenhöckern getragen. Nach ihrem Verschwinden vereinigen die Hämapophysenhöcker sich jederseits zu einem starken Wulst, der eine tiefe Furche einschliesst, um nun alsbald auch demselben Schicksale anheimzufallen. Die letzten Schwanzwirbel sind vierkantig, mit abgerundeten Kanten und oberer, unterer und zwei seitlichen ausgehöhlten Flächen. Der Körper der letzten Wirbel wird von je zwei neben einander stehenden Löchern vertical durchbohrt. Diese Löcher traten zuerst in den Seitenfortsätzen des zwölftletzten Wirbels auf, weiterhin rückten sie allmählig auf den Wirbelkörper selbst und durchbohrten ihn erst nur seitlich, später aber wie erwähnt in seiner ganzen Dicke.

Rückblick. Die Cetaceen zeigen manche interessante Besonderheiten. Die Halswirbel sind weniger entwickelt als bei den früheren Klassen und können theilweise oder sogar ganz mit einander verschmelzen. Ganz abweichend ist beim Walfisch das Vorkommen eines Mamillarfortsatzes auf dem obern Querfortsatz der Halswirbel und das frühere Aufrücken desselben auf den vorderen Gelenkfortsatz schon am ersten oder zweiten Brustwirbel. An den Rückenwirbeln ist als besonders charakteristisch hervorzuheben, dass einige oder alle Rippen von Seitenfortsätzen getragen werden können. Merkwürdig ist auch das Verhalten

der vorderen Gelenkfortsätze mit ihren Mamillarfortsätzen an den Brust- und Bauchschwanzwirbeln, indem sie die Dornfortsätze der vorhergehenden Wirbel gabelförmig umfassen. Dabei rücken sie stellenweise auf die Spitzen der Bogen, ja sogar auf die Dornfortsätze selbst. Die hinteren Gelenkfortsätze dagegen sind nur schwach und hören schon früh auf mit den vordern zu articuliren. Accessorische Fortsätze fehlen ganz oder sind jedenfalls nur an einigen Brustwirbeln schwach angedeutet. Die Hämapophysen treten theilweise an den letzten Brustwirbeln in Gestalt von Kämmen recht stark hervor, am Schwanze treten geschlossene *arcus* auf.

Marsupialia.

Phascolomys Wombat (noch jung). Die Halswirbel gleichen im Allgemeinen denen von *castor fiber*. Die Wirbel sind sehr kurz und mit Ausnahme des Epistropheus, dessen Dornfortsatz stark ist und die beiden folgenden Wirbel überragt, nur mit schwachen Dornfortsätzen versehen. An den Gelenkfortsätzen, welche nicht sehr stark vorspringen, sieht man nur rudimentäre Muskel- und Mamillarfortsätze. Der Seitenfortsatz des Atlas ist ein kurzer, etwas abgeplatteter, aber kräftiger Höcker, der kein *foramen intertransversarium* besitzt. An der Bildung des folgenden Seitenfortsatzes, der einen einfachen Knochenring darstellt, nimmt der obere Querfortsatz grösseren Antheil als der untere, letzterer ist nur sehr kurz. Die Seitenfortsätze der folgenden Wirbel laufen nach Bildung eines *foramen intertransversarium* in je einen stumpfen Fortsatz aus, welcher Rudimente eines Accessorius enthält und somit einem eigentlichen Seitenfortsatzhöcker entspricht. Der Entwicklung nach gehört derselbe, wie *a priori* zu erwarten war, dem oberen Querfortsatz an. Am sechsten Wirbel trat unten am Seitenfortsatz erst eine niedrige Platte auf, von der sich aber nicht mehr entscheiden lässt, zu welchem Querfortsatz sie gehörte. Die Querfortsätze des letzten Halswirbels standen an der einen Seite ganz isolirt und zwar war der obere stärker und länger als der untere, auf der andern Seite dagegen hatten sie sich zur Bildung eines *foramen intertransversarium* vereinigt. Der untere Bogen des Atlas war noch knorpelig, was bei manchen Marsupaliern bleibend zu sein scheint, wenigstens erwähnt auch Owen dies und nennt den knorpeligen Theil Hypapophyse, dehnt also den Begriff dieses Wortes hier sehr weit aus. Die folgenden Wirbel waren unten ganz abgeflacht und zeigten keine Hämapophysen.

Die Dornfortsätze der Rückenwirbel, anfangs mässig lang, nehmen bis zum Kreuzbein hin allmählig an Höhe ab, an Breite aber zu und sind mit Ausnahme der drei letzten Lendenwirbel nach hinten geneigt.

Die oberen Querfortsätze stellen kurze und kolbenartige Höcker dar, die schon an den ersten Brustwirbeln Andeutungen von mamillaren und

accessorischen Fortsätzen zeigen, jedoch treten diese Fortsätze erst an den mittlern Brustwirbeln stärker hervor und zwar sitzt der Mamillaris vorn und oben, der Accessorius hinten und oben. Durch grösseres Hervortreten des Costalfortsatzes wird der Querfortsatz vom achten Wirbel an breiter und kammartig. Den vorderen äusseren Theil dieses Kammes nimmt der Costalis ein. Weiterhin verbreitert der Kamm sich noch, jedoch wird er am zwölften Wirbel durch das Aufrücken des Mamillaris auf den vorderen Gelenkfortsatz dünner und niedriger. Nun leitet sich auch allmählig die Trennung des Accessorius und Costalis ein, am vierzehnten Wirbel ist der Kamm in seiner Mitte etwas ausgefurcht, am fünfzehnten schon weit stärker und der nach hinten ragende kleine Accessorius umgreift den vorderen Gelenkfortsatz, während der Costarius stark ist und frei nach vorn ragt, doch schon vom elften Wirbel an nicht mehr mit dem Rippentuberkel artikulirt. Der Mamillaris bleibt, obwohl er noch bis zum zweiten Lendenwirbel wächst, ziemlich schwach. Die Parapophyse tritt nur am letzten (fünfzehnten) Brustwirbel, wo der Costarius theilweise mit ihr verschmolzen ist, etwas hervor. Accessorische Tuberkel fehlen den Rippen.

Die Gelenkfortsätze der vier Lendenwirbel springen stark vor, weniger, wie erwähnt, ihre Mamillarfortsätze. Die Seitenfortsätze sind recht lang und nehmen im Verlaufe an Länge und Neigung nach vorn zu, der Stellung nach gehören sie auch bei ausgewachsenen Thieren zum Bogen. Oben und hinten an ihrer Basis sieht man rudimentäre accessorische Fortsätze, selbst noch am letzten Lendenwirbel.

Das Kreuzbein und der Schwanz zeigen grosse Aehnlichkeit mit dem Faulthier, ersteres ist vermöge seiner langen Seitenfortsätze sehr breit, während die eigentlichen Wirbelkörper nur schmal sind. Die Wirbelbögen werden schon vom zweiten Kreuzwirbel an rudimentär und die *processus obliquo-mamillares* schwach. Ein mässig starker Dornfortsatz kommt nur am ersten Kreuzwirbel vor. Alle Kreuz- und die ersten Schwanzwirbel sind sehr platt, gegen die Schwanzspitze zu aber werden die Wirbel durch rasches Abnehmen im transversalen Durchmesser mehr oval. Die letzten Bogenrudimente verschwinden allmählig bis zum sechsten Schwanzwirbel und mit ihnen auch die vorderen Gelenkfortsätze. Die Seitenfortsätze endlich, welche anfangs lang und breit sind, mitten auf dem Wirbelkörper stehen und sich nach hinten neigen, nehmen rasch ab, so dass sie schon am siebenten Schwanzwirbel rudimentär sind und weiterhin ganz verschwinden. Hämapophysen fanden sich nicht am Schwanze.

Halmaturus Benneti (noch mit Epiphysen versehen). Die grosse Schwäche der vordern Körperhälfte dieses Thieres manifestirt sich schon in der geringen Entwicklung der Hals- und vorderen Rückenwirbel gegen-

über der übrigen Wirbelsäule, jene sind in jedem Durchmesser bedeutend kleiner als diese. Die Dornfortsätze der Halswirbel sind ausser am Epistropheusnicht sehr stark, ja am Atlas nur rudimentär (Fig. 52 *a*). Muskel- und Mamillarfortsätze waren an den wenig vorspringenden Gelenkfortsätzen nur durch kleine, rauhe Auftreibungen angedeutet. Der Seitenfortsatz des Atlas ist mässig stark, horizontal gestellt und besitzt kein *foramen intertransversarium*. An den übrigen Halswirbeln verlängern der obere und untere Querfortsatz sich nach der Bildung von *foramina intertransversaria* zu einem recht starken Höcker (Fig. 52), der auch hier Rudimente eines Accessorius erkennen lässt. Der Entwicklung nach gehört dieser Höcker entschieden zum oberen Querfortsatz wie beim Wombat. Am dritten bis fünften Wirbel treten an den Seitenfortsätzen auch noch Rudimente von Platten (Fig. 52 *b*) auf, eine wirkliche Platte findet sich nur am sechsten Wirbel, doch ist dieselbe niedrig. Sämmtliche Parapophysen stehen auf dem Wirbelkörper und sind vor allem am letzten Halswirbel schwächer als die oberen Querfortsätze. Was die Richtung der Seitenfortsätze anbelangt, so sind sie anfangs stark nach hinten geneigt, gehen aber zuletzt in eine transversale Stellung über. Andeutungen von Hämapophysen finden sich nur an den sechs letzten Halswirbeln in Gestalt je eines schwachen Längskammes. Derselbe theilt sich an den beiden letzten Wirbeln nach hinten in zwei Schenkel. Aehnliche Leisten sehen wir auch noch an den beiden ersten Rückenwirbeln auftreten.

Das Bewegungscentrum der Rückenwirbel, deren Zahl 13 beträgt, liegt im elften (Fig. 53). Gegen den Dornfortsatz dieses Wirbels neigen sich die aller vorhergehenden Wirbel mit Ausnahme des ersten und nehmen successiv an Höhe ab, an Breite zu. Von hier an erfolgt bis zum zweiten Lendenwirbel auch wieder eine Höhenzunahme.

Weiterhin nehmen die Dornfortsätze bis zum letzten (zweiten) Kreuzwirbel in jeder Dimension ab (Fig. 54 *c*) und bleiben an den sechs ersten Schwanzwirbeln nur noch rudimentär, um dann ganz zu verschwinden. Die Gelenkfortsätze treten an den Brustwirbeln, was auch Retzius erwähnt, in Gestalt wirklicher Fortsätze hervor, während sie sonst nur Gelenkfacetten der Bögen darstellen, ausser da, wo sie in eine senkrechte Stellung übergehen.

In Folge dieses Hervortretens der Gelenkfortsätze müssen zwischen je zwei Bögen grosse ovale Lücken entstehen. Die oberen Querfortsätze, welche an den ersten Brustwirbeln lang, kräftig und an der Spitze verdickt sind, nehmen im Verlaufe an Länge ab, an Stärke dagegen zu. Alle waren noch mit Epiphysen versehen. Am ersten Brustwirbel sieht man hinten und oben an ihrer Spitze schwache accessorische Fortsätze (Fig. 53 *d*), weiterhin nehmen dieselben bis zum zwölften Wirbel, wo sie schon etwas vom Costalis abgesetzt sind, an Grösse nur sehr wenig zu.

Erst am letzten Brustwirbel ragen sie plötzlich als starke griffelförmige Fortsätze nach hinten (Fig. 53 *e*) und umgreifen den vordern Gelenkfortsatz. Der Mamillaris lässt sich gleichfalls schon am zweiten Brustwirbel vorn und oben auf dem obern Querfortsatz nachweisen, bleibt jedoch bis zum elften Wirbel sehr schwach (Fig. 53 *f*); am zwölften Wirbel sehen wir ihn plötzlich auf den vordern Gelenkfortsatz gerückt und denselben beträchtlich überragen, trotzdem bleibt er aber hier und am letzten Brustwirbel, an welchem dasselbe auch vom Accessorius gilt, durch eine ausgehöhlte Leiste mit dem Costalis verbunden. Dieser letztere Fortsatz bildet an den meisten Brustwirbeln den vorderen äusseren Theil des Querfortsatzes und tritt erst an den beiden letzten als selbständiger Höcker auf (Fig. 53 *g g*). Er artikulirt überall mit einem starken Rippentuberkel, accessorische Tuberkel fehlen dagegen. Die Parapophyse tritt nirgends hervor, sondern statt ihrer sehen wir nur im Verlaufe sich abflachende *foveae costales*. Die Bogen besitzen unterhalb der hintern Gelenkfortsätze starke Excisuren wie bei den Ruminantiern.

Die Mamillarfortsätze nehmen noch bis zum dritten oder vierten Lendenwirbel an Stärke zu, um alsdann wieder abzufallen, doch sind sie selbst noch am Kreuzbein stark an den *processus obliquo-mamillares* abgesetzt (Fig. 54 *h*). Auch der Accessorius ist an den drei ersten Brustwirbeln noch sehr stark, am vierten schon schwächer und an den beiden letzten nur noch rudimentär. Beide Fortsätze sind durch eine abgerundete Leiste mit einander verbunden. Die Seitenfortsätze endlich (Fig. 53 und 54) sind kurz und schmal, stehen zwischen Körper und Bogen und sehen ausser den beiden ersten nach vorn und unten. An den beiden ersten Lendenwirbeln finden sich starke Hämapophysenkämme, die nach hinten in zwei Höcker auslaufen, schwächere Kämme waren auch schon an den letzten Brustwirbeln vorhanden. An den folgenden Lendenwirbeln werden sie schwächer und sind am letzten nur noch angedeutet. Die Kreuzwirbel zeigen keine Spur mehr von Hämapophysen.

Der Schwanz bestand aus 25 Wirbeln und zeigte auch ganz ähnliche Verhältnisse wie bei den langgeschwänzten Affen. Die Wirbel nahmen etwa bis zum achten oder neunten Wirbel an Länge zu, dann wieder ab. Die Bogen, anfangs ganz vollständig ausgeprägt, bilden sich rasch zurück, werden schon am sechsten Wirbel rudimentär und sind am achten verschwunden. Von den Mamillarfortsätzen gilt noch dasselbe wie am Kreuzbein, ja sie werden bis zum fünften oder sechsten Wirbel sogar noch stärker und bleiben lange von den Gelenkfortsätzen abgesetzt. Was die Gelenkfortsätze betrifft, so sind dieselben kräftig (Fig. 54 und 55 *i* und *k*), zeigen aber nichts Besonderes. Mit dem Schwächerwerden der Bögen rückt der vordere allmählig auf den Wirbelkörper. Die Seitenfortsätze, welche am ersten Schwanzwirbel kurz aber breit sind (Fig. 54) und an

der Spitze in eine vordere und hintere Ecke auslaufen, nehmen an den drei folgenden Wirbeln an Länge zu und neigen sich nach hinten. Ihr Zerfallen in einen vorderen (Fig. 55 *l*) und hinteren (*m*) findet schon am fünften Wirbel statt. Letzterer ist anfangs stärker, doch schon am achten Wirbel sind beide gleich gross (Fig. 55). Uebrigens verhalten sie sich ganz wie bei den Affen. — Bei der colossalen Entwicklung des Schwanzes treten natürlich auch *arcus haemales*, die, abgesehen von ihrer etwas verschiedenen Form wenig Wichtiges zeigen. Der erstere tritt schon im zweiten Interstitium auf (Fig. 55 *n*), im folgenden Interstitium ist er stärker und stellt eine breite beilartige Platte dar. Weiterhin laufen die *spinae haemales* in einen vorderen und hinteren Höcker und jederseits in eine Platte aus (Fig. 55 *p*). Dieses findet etwa bis zum zwanzigsten Wirbel statt, dann vereinigen sie sich nicht mehr zu geschlossenen *arcus*. Die vier ersten *arcus haemales* standen auf selbständigen Hämapophysen, die ebenfalls in den Interstitien lagen, jedoch traten daneben am vorderen Wirbelende schon je zwei Hämapophysenhöcker auf. Diese blieben auch an den folgenden Wirbeln stark, ohne dass die *arcus haemales* auf sie rückten. Ein Aufrücken letzterer auf dieselben findet erst gegen das Schwanzende zu statt. Alle Schwanzwirbel sind mehr rundlich als viereckig, ja die letzten fast kreisrund.

Didelphys. Der Hals zeigte grosse Uebereinstimmung mit dem der Raubthiere, unterscheidet sich jedoch wesentlich durch die Stärke der Dornfortsätze des zweiten bis fünften Wirbels. Diese sind breit, dick und lang, und liegen fest an einander, so dass sie zusammen einen starken Kamm bilden. Der Dornfortsatz des Atlas ist nur rudimentär, die der beiden letzten Halswirbel klein. An den recht stark hervortretenden Gelenkfortsätzen finden sich in Gestalt kleiner rauher Erhabenheiten Muskel- und Mamillarfortsätze, erstere waren bei einem weiblichen Exemplar auch noch an den beiden ersten Brustwirbeln sehr stark. Die Seitenfortsätze verhielten sich ähnlich wie bei *canis*, der des Atlas war breit, ohrförmig und stand horizontal, der des sechsten Wirbels endete in eine starke untere Platte und einen oberen Fortsatz, der des letzten Wirbels endlich besass kein *foramen intertransversarium*, war mässig stark und stand zwischen Körper und Bogen. Die Hämapophysen waren ausser am zweiten und dritten Wirbel ziemlich schwach, liefen jedoch vom dritten bis fünften nach hinten in je zwei Schenkel aus.

Die Dornfortsätze der Brustwirbel sind anfangs mässig gross und nehmen bis zum letzten (dreizehnten) an Breite und Dicke zu, an Höhe aber nur bis zum vierten, um alsdann wieder abzufallen. Vom siebenten Wirbel an legen sie sich an einander. An den Lendenwirbeln erfolgt wieder eine Zunahme an Höhe, dafür aber Abnahme in der Breite; im weitern Verlaufe nahmen sie in jeder Dimension rasch ab und sind schon

am sechsten Schwanzwirbel verschwunden. Hinten an der Basis des Querfortsatzes des ersten Brustwirbels bemerkt man unterhalb des hintern Gelenkfortsatzes einen kleinen Accessorius. Die Querfortsätze der beiden folgenden Wirbel tragen an ihrer Spitze schwache Höcker, die nur Mamillarfortsätze sein können, da der Accessorius jene Stellung bis zum vierten Wirbel beibehielt. Am vierten, fünften und sechsten Wirbel sind der Mamillaris und Costarius durch eine schwache Furche, die hinten über den Querfortsatz verläuft, geschieden, am achten Wirbel hat sich ihre Trennung ganz vollzogen, indem der erstere auf den vorderen Gelenkfortsatz gerückt ist. Dafür sind der Costarius und Accessorius, welcher letztere allmählig auf den Querfortsatz gerückt ist, hier zusammengetreten und kaum von einander getrennt. Der Accessorius steht beständig über dem ebenfalls kurzen aber breiten Costarius, der vom achten Wirbel an nicht mehr mit den Rippen articulirt, und ist nur durch eine schwache Furche von ihm getrennt, so dass beide, da sie nach hinten gerichtet sind und mit ihren breiten Flächen an den Wirbeln liegen, die folgenden Wirbel flügelartig umgreifen. Dieses Verhalten sehen wir auch noch am ersten Lendenwirbel, jedoch nimmt der vordere Theil des Costarius hier schon an der Bildung eines Seitenfortsatzes, der sich über den ganzen Wirbel erstreckt, Theil. Im weiteren Verlaufe verstärken die Seitenfortsätze sich allmählig und gewinnen besonders an den letzten Lendenwirbeln dadurch an Breite, dass der Accessorius sich hinten an sie legt und ihren hintersten Theil bildet. Ein ähnliches Verhalten zeigt der Accessorius auch noch an den beiden Kreuz- und dem ersten Schwanzwirbel. Am zweiten Schwanzwirbel dagegen trat an einem Exemplar hinten auf dem Seitenfortsatz ein kleiner nach hinten ragender Höcker auf, der wohl nichts anderes als ein Accessorius sein kann. Dieser Höcker wurde rasch grösser und aus ihm ging der hintere Seitenfortsatz hervor. Demnach ist es wohl nicht ganz unwahrscheinlich, dass der hintere Seitenfortsatz entweder einzig und allein einem Accessorius enspricht oder doch die Elemente dieses Fortsatzes mit enthält. Beide Seitenfortsätze bleiben bis zu ihrem Verschwinden gleich stark. — Von den Mamillarfortsätzen, welche an den letzten Brustwirbeln recht stark sind, verläuft anfangs eine schwache Leiste zu den hintern Gelenkfortsätzen, bald aber wird dieselbe stärker und erreicht an den mittleren Lendenwirbeln eine recht beträchtliche Höhe. Hierdurch entsteht eine starke Aushöhlung zwischen ihr und den Querfortsätzen. Diese Leisten bleiben an den Kreuz- und ersten Schwanzwirbeln noch bestehen, weil die Mamillar- und Gelenkfortsätze noch recht bedeutend sind. Die *foveae costales vertebrales* flachen sich an den letzten Brustwirbeln allerdings sehr ab, doch tritt die Parapophyse nie als Höcker hervor. Accessorische Rippentuberkel fehlen gleichfalls. An einigen Lendenwirbeln sieht man schwache

Hämapophysenleisten, an den Brustwirbeln nicht. Am Schwanze ist sonst nichts mehr zu erwähnen, als dass auch hier geschlossene *arcus haemales* vorkommen.

Monotremata.

Ornithorhynchus paradoxus. Die Halswirbel weichen wesentlich von denen der übrigen Säugethiere ab, nur die Dornfortsätze zeigen noch ein ähnliches Verhalten. Der des Atlas ist klein, der des Epistropheus dagegen stellt eine starke, breite und mässig hohe Platte dar, die der übrigen Halswirbel endlich sind schmal und werden successiv kleiner. Auffallend ist das Fehlen der Gelenkfortsätze an den Halswirbeln, nur der letzte besitzt einen hinteren Gelenkfortsatz. Die Gelenkverbindungen zwischen Schädel, Atlas und Epistropheus fehlen gleichfalls nicht. Der Seitenfortsatz des Atlas bildet eine grosse, dünne, ohrförmige Platte und besitzt kein *foramen intertransversarium.* Dagegen zeigen die Seitenfortsätze der folgenden Wirbel dasselbe Verhalten wie bei den Vögeln, sie tragen nämlich grosse Halsrippen, die jedoch an Gestalt den Seitenfortsatzenden der Säugethiere ganz ähnlich sind. Sie bestehen nämlich aus einer Platte, einem oberen Höcker und einer beide verbindenden Knochenspange. Die Parapophyse tritt an den ersten Halswirbeln als ein mässig starker Höcker hervor, bildet sich aber rasch zurück, so dass an den letzten Halswirbeln statt ihrer eine *fovea* auftritt, ähnlich wie an den Brustwirbeln. Was endlich die Hämapophysen anbetrifft, so sehen wir sie am Atlas durch einen kräftigen und langen Fortsatz repräsentirt, der sich alsbald heugabelartig in zwei Schenkel theilt. An den folgenden Wirbeln sind sie niedrig, leistenförmig und enden hinten verdickt und erhöht, ja theilweise ist eine Spaltung in zwei Schenkel angedeutet. Zwischen den Hämapophysen und Seitenfortsätzen fanden sich sehr tiefe Gruben.

Die Rückenwirbelsäule, die aus siebzehn Wirbeln besteht, ist im senkrechten Durchmesser dicker als im transversalen. Dieses rührt besonders von dem Fehlen der obern Querfortsätze her. Wegen stärkeren Vortretens der Gelenkfortsätze erscheinen die letzten Brustwirbel breiter als die der übrigen. Die Dornfortsätze sind kurz und stumpf und liegen dachziegelförmig über einander, vom zweiten Lendenwirbel bis zur Mitte des Kreuzbeins werden sie etwas länger und neigen sich nach vorn; dann nehmen sie wieder an Höhe ab, an Breite aber noch bis zum zweiten Schwanzwirbel bedeutend zu, erst von hier an geht die Abnahme rascher vor sich, so dass sie, am zehnten Wirbel nur noch rudimentär, schon am elften verschwunden sind.

Die Gelenkfortsätze der ersten Brustwirbel liegen horizontal und tre-

ten sehr wenig hervor, weiterhin richten sie sich allmählig auf und treten mehr als wirkliche Fortsätze hervor. In der Höhe der Gelenkfortsätze und hinter ihnen bemerkt man an den ersten Brustwirbeln schwache Mamillarfortsätze, die sich alsbald vergrössern und näher und näher an die Gelenkfortsätze rücken, bis sie schliesslich mit ihnen verschmelzen. Dadurch erfahren letztere eine nicht unbedeutende Verstärkung. Das Aufrücken der Mamillarfortsätze auf die vorderen Gelenkfortsätze lässt Retzius erst am elften Wirbel vor sich gehen, wir möchten dasselbe jedoch schon vom siebenten oder achten an datiren. Deutlich abgesetzt sind erstere nirgends von letzteren, trotzdem sie (Fig. 58 *a*) bis zum Kreuzbein beständig an Grösse zunehmen und durchaus nicht unbedeutend sind. Am dritten und vierten Brustwirbel findet sich am hinteren Rande des Mamillarfortsatzes und durch eine Furche von ihm getrennt noch ein zweiter etwa gleichgrosser Höcker, den man wohl als Costalfortsatz auffassen muss, da derselbe durch Bandmasse mit den Rippenhöckern, die an den mittleren Rippen vorhanden sind, verbunden war. Auch an den beiden ersten Brustwirbeln fanden sich schwache Andeutungen solcher Höcker. Retzius erwähnt sie nicht. Die Parapophysen treten nirgends als Höcker hervor, sondern statt ihrer sehen wir nur flache *foveae costales*, die ausser der letzten von je zwei Wirbeln gebildet werden. An der Basis der Bögen der Brustwirbel sieht man anfangs in der Mitte des Wirbels, später mehr gegen dessen Ende zu kleine runde Löcher, die die fehlenden *foramina intervertebralia* ersetzen, denn an den Lendenwirbeln, wo letztere auftreten, sind sie verschwunden. Vor ihnen sieht man an den vier letzten Brustwirbeln kleine niedrige Höcker (Fig. 58 *b*), die der Stellung nach accessorischen Fortsätzen entsprechen, besonders da ein solcher auch am ersten Lendenwirbel wenigstens einerseits isolirt vorkommt (*c*). Vielleicht enthalten sie aber zugleich auch die Rudimente eines Costarius. Hierfür schien der Umstand zu sprechen, dass sie theilweise durch Bandmasse mit den Rippen verbunden waren.

An den Lendenwirbeln kommen, wie auch Retzius angiebt, schwache Seitenfortsatz-Rudimente (Fig. 58 *d*) vor, die ihrer Stellung nach zum Körper gehören. Die Hämapophysen sind bei diesem Thiere recht stark ausgeprägt. An den vier ersten Brustwirbeln finden sie sich in Gestalt hoher und breiter Kämme, ja am ersten theilt derselbe sich sogar in zwei horizontal liegende Platten. Der Hämapophysenkamm des zweiten Wirbels übertrifft die folgenden an Höhe. An den mittleren und letzten Brustwirbeln sind sie nur rudimentär, erst an den beiden Lendenwirbeln werden sie wieder stärker, am Kreuzbein dagegen wieder schwach.

Die Kreuzwirbel zeigen noch grosse Aehnlichkeit mit den vorhergehenden Wirbeln nur besitzen sie grosse und breite Seitenfortsätze. Ausserdem finden wir am Kreuzbein noch eine merkwürdige Eigenthüm-

lichkeit, das ist nämlich eine Articulation der Mamillarfortsätze der beiden ersten Wirbel mit dem Darmbein.

Der Schwanz, welcher aus 21 Wirbeln besteht, zeichnet sich vor Allem durch die Stärke seiner Seitenfortsätze aus; dieselben stehen auf der Mitte der Wirbelkörper und sehen grade nach aussen (Fig. 58 *s s*). Anfangs nehmen sie die ganze Breite des Wirbels ein und sind mässig lang, weiterhin werden sie allmählig schmäler, besonders an ihrer Spitze, nehmen aber noch bis zum siebenten Wirbel an Länge zu. Von hier an nehmen sie dann allmählig ab, sind aber erst am letzten Wirbel ganz verschwunden. Auf der oberen Seite des Seitenfortsatzes des sechsten Wirbels sieht man nahe der Spitze eine Längsleiste (Fig. 58 *e*) verlaufen, an den folgenden Wirbeln wird diese Leiste durch je einen Höcker ersetzt, der sich noch bis zum funfzehnten Wirbel nachweisen lässt. Die Bogen sind gleich an den ersten Schwanzwirbeln schmal, jedoch recht hoch. Von ihren Fortsätzen tritt der vordere Gelenkfortsatz mit seinem Mamillarfortsatz stark hervor (Fig. 58 *g*). Die hinteren Gelenkfortsätze sind schon am sechsten Wirbel rudimentär und am neunten verschwunden, die vordern dagegen sind hier noch stark und verschwinden erst am siebzehnten oder achtzehnten Wirbel. Auffallend ist, dass dieses Thier trotz des stark entwickelten Schwanzes keine *spinae haemales* hat, sondern dass dieselben durch kräftige Hämapophysen vertreten werden. Letztere haben eine Kammform und nehmen bis zum dritten Wirbel an Höhe und Stärke zu, dabei ist ihre hintere Partie beträchtlich verdickt (Fig. 58 *h*). Von hier an erfolgt wieder eine allmählige Abnahme und ist nunmehr statt des hinteren Endes das vordere Ende verdickt, ja endet theilweise sogar in je zwei Höcker (Fig. 58 *h' h'*). Erst an den beiden letzten Wirbeln fehlen die Hämapophysen gänzlich und jene erscheinen, wie auch schon einige vorhergehende Wirbel, plattgedrückt.

Echidna hystrix (noch mit Epiphysen versehen). Dieses Thier zeigt im Allgemeinen grosse Uebereinstimmung mit dem vorhergehenden. Die Dornfortsätze der Halswirbel waren weit schwächer, der des Epistropheus überragte den Atlas etwa bis zur Hälfte (Fig. 56). Von den Gelenkfortsätzen gilt dasselbe wie bei *Ornithorhynchus*. Die Seitenfortsätze waren kürzer und kräftiger, sonst ähnlich; die Halsrippen zeigten gleichfalls einen oberen Höcker (Fig. 56 *a*) und eine untere Platte (*b*). Dieses Verhältniss war am schönsten am letzten Halswirbel ausgeprägt. Hämapophysen waren nur an den vier letzten Halswirbeln sehr schwach angedeutet.

Die Rückenwirbel, 16 an Zahl, zeigen fast gar keine Abweichung, nur sind die Dorn- und Mamillarfortsätze (*m*) etwas stärker und war ein kleiner Costalfortsatz (Fig. 56 *c*) am hinteren Ende der letzteren vom dritten bis achten Wirbel vorhanden. Seitlich an der Basis des Bogens fan-

den sich auch hier ähnliche Löcher wie beim vorigen, nur befanden sie sich gleich von Anfang an mehr am hinteren Ende des Wirbels (Fig. 56 u. 57 *d d*) und vertreten auch noch an den drei Lendenwirbeln und Kreuzwirbeln die *foramina intervertebralia.* Vor jenen Löchern fanden sich hier nur an den beiden letzten Brustwirbeln kleine Höcker, die jedoch mehr Costalfortsätzen zu entspechen schienen. Am ersten Lendenwirbel sah man vor dem *foramen* einen kleinen niedrigen Seitenfortsatz (*e*); derselbe war am folgenden Wirbel noch schwach vorhanden, doch am letzten nicht mehr nachweisbar. Hämapophysen fehlen an den Brust- und Lendenwirbeln. Dasselbe gilt auch von accessorischen Rippentuberkeln.

Die Dornfortsätze der ganzen Wirbelsäule sind nach hinten geneigt und nehmen bis zum letzten (dritten) Kreuzwirbel etwas an Stärke und Höhe zu, dann aber rasch ab, so dass sie schon am zweiten oder dritten Schwanzwirbel fehlen.

Das Kreuzbein, welches aus vier Wirbeln besteht, verhält sich ganz ähnlich wie bei *Ornithorhynchus,* auch hier sehen wir die Mamillarfortsätze der beiden ersten Wirbel mit dem Darmbein articuliren, nur die Seitenfortsätze sind etwas schwächer.

Von den elf Schwanzwirbeln, die in Bezug auf ihre Gestalt fast rhombisch sind, besitzen nur die fünf ersten vollständige Bogen und einige folgende auch noch schwache Gelenkfortsätz, doch schon am neunten ist von alledem nichts mehr nachzuweisen. Die Seitenfortsätze (Fig. 57 *a*) stehen seitlich auf der Mitte des Körpers und sind anfangs mässig lang und breit, gegen die Schwanzspitze hin verschwinden sie allmählig. Schwache Hämapophysen-Rudimente finden sich nur vom vierten bis achten Wirbel. Die letzten Schwanzwirbel sind auch hier mehr platt.

Fassen wir nun nach dieser ausführlichen Darstellung der morphologischen Verhältnisse der Wirbelsäule bei den Säugethieren und dem Menschen die Resultate zusammen, dann lässt sich nicht verkennen, dass auch hier trotz der grossen Mannigfaltigkeit der Formen einzelner Theile dennoch die Grundverhältnisse bei allen wiederkehren und mit grösserer oder geringerer Leichtigkeit mehr oder minder deutlich nachzuweisen sind.

Beginnen wir mit dem Schwanze, so sehen wir, mag derselbe in voller Entwicklung oder schwächer, oder wie beim Menschen nur ganz rudimentär vorhanden sein, als gemeinsames und zunächst in die Augen springendes Merkmal, dass das äusserste Ende desselben stets durch einen in seiner Form mannigfach modificirten bleibenden Wirbelkörper ohne Spur irgend welcher Fortsätze repräsentirt wird, während dann von dort aus nach vorn hin eine ganz allmählige Entwicklung der Fortsätze aus dem Körper heraus stattfindet. Bei vollkommen entwickeltem Schwanze bilden kleine symmetrische Höcker vorn und hinten an der oberen Fläche

der Wirbelkörper die ersten Andeutungen der Neurapophysen, die allmählig immer mehr wachsend mit einander gelenkige Verbindungen eingehen und dadurch sich als Bogen und vordere und hintere Gelenkfortsätze documentiren, bis dann weiter nach vorn Verbindungsleisten zwischen den Höckern sich erheben, die sich allmählig zu Bogen schliessen, an denen die Höcker an der Umbiegungsstelle derselben gegen die Medianlinie emporrücken. Mit dem Verschluss des Bogens treten zugleich anfangs rudimentäre, später immer mehr entwickelte, mannigfach geformte Dornfortsätze auf. Die Neurapophysen umschliessen den Rückgratskanal nicht vollständig, sondern oben sowohl wie unterhalb der Gelenkfortsätze zeigen sich Ausschnitte, erstere die *spatia intercruralia*, letztere die *foramina intervertebralia* bildend. Die Entwicklung dieser Verhältnisse des Bogens geht ganz allmählig auf weite Strecken vor sich. Wo der Schwanz eine mittlere Länge und schwächere Ausbildung besitzt, da geht die Bildung der Neurapophysen rascher vor sich und zwar weniger in Gestalt vorderer und hinterer symmetrischer Höcker als in der Form mittlerer, geringerer Erhabenheiten, die sich bald schliessen und Dornfortsätze treiben. An ihnen sind die vorderen Gelenkfortsätze sehr ausgebildet, während sich die hinteren erst später entwickeln. Zuweilen findet eine gelenkige Verbindung statt, zuweilen auch nicht, oder erst an der Wurzel des Schwanzes. Ist der Schwanz ganz rudimentär, so ist es auch der Bogen, der sich kaum über das Niveau der oberen Fläche des Wirbelkörpers erhebt. Es zeigen sich Rudimente vorderer Gelenkfortsätze, ein vollständiger Verschluss kommt aber nicht zu Stande, und somit fehlt auch die Bildung eines Dornfortsatzes. Je vollkommener der Schwanz ausgebildet ist, desto deutlicher sehen wir an den vorderen Gelenkfortsätzen neue Elemente, die *processus mamillares*, auftreten, die bald die Form von Stacheln, bald die rauher Höcker zeigen können. Wie bei allen Thieren, mit Ausnahme einiger Fische, decken die hintern *processus articulares* stets die vorderen und die Stellung der Articulationsebene ist meistens eine sagittale, wenn auch oft eine kleine Abweichung von oben, aussen, nach unten und innen vorkommt. Was die Hämapophysen betrifft, so sind dieselben auch hier ausserordentlichen Wechseln unterworfen, jedoch kann man im Allgemeinen sagen, dass je geringer die Entwicklung des Schwanzes, desto geringer die Entwicklung dieser Theile, ja eine solche bedingt zumeist das gänzliche Fehlen derselben als selbständige Fortsätze. Sie treten am Ende eines vollkommen entwickelten Schwanzes wie der obere Bogen als symmetrische, sich nicht zusammenschliessende Höcker am vorderen Theile der Unterfläche des Wirbelkörpers nahe den Elementen der *spatia intervertebralia* und etwas nach vorne hin, auf, zeigen sich dann in der Mitte des Schwanzes discontinuirlich mit ihnen in Verbindung stehend als geschlossene bogenartige

Theile, die man als *spinae haemales* anzusehen hat und die oft mit dem Intervertebral-Ligament, ja mit Höckern an den hinteren Theilen des nächstvorhergehenden Wirbels in Verbindung stehen und mannigfaltige Formen darbieten. Treten solche Höcker an den nächstvorhergehenden Wirbeln auf, so können dieselben eine grössere Ausbildung als die eigentlichen Hämapophysen erreichen und sind keinenfalls mit ihnen zu verwechseln. Die Hämapophysen besitzen in der Mitte des Schwanzes ihre grösste Ausbildung, nehmen aber nach vorne hin an Grösse ab und an den ersten Schwanzwirbeln zeigt sich gewöhnlich weder von ihnen, noch von den *spinae haemales* irgend eine Spur. An schwachen Schwänzen bilden sich die Hämapophysen sehr zurück, finden sich nur an beschränkten Stellen in der Mitte des Schwanzes als vorn sitzende symmetrische Höcker oder als schwache Bogen im Intervertebralraum und bei rudimentärem Schwanze ist keine Spur derselben nachzuweisen, am wenigsten beim Menschen. Die Seitenfortsätze treten bei voll entwickeltem Schwanze schon an den hintersten Schwanzwirbeln entweder schwach oder in starker Entwicklung auf, entweder als zwei kleine Höckerchen vorn und hinten an der Seitenfläche des Wirbelkörpers, die dann nach vorn hin allmählig jedoch nicht in gleichem Masse zunehmen. Entweder ist der hintere grösser oder umgekehrt und dann sehen wir schliesslich den kleineren mit dem grösseren zu einem einzigen ungetheilten seitlichen Fortsatz verschmelzen, der mannigfaltig geformt nach vorn hin immer mehr an Länge und Mächtigkeit zunimmt, ohne besonders bemerkenswerthe Theile zu zeigen, wenn man von einem bei einigen Wirbeln, z. B. der Edentaten und Marsupalia, an der Spitze vorkommenden und nach hinten sehenden Fortsatz, einem *accessorius*, absieht. Gewöhnlich stehen die beiden Seitenfortsatzhöcker gleich hoch an der Seitenfläche des Wirbelkörpers in der Mitte des Schwanzes oft durch eine eigene Leiste mit einander verbunden, äusserst selten (*Myrmecophaga*) stehen sie über einander. Der Seitenfortsatz sitzt bei gering entwickeltem und engem Bogen an der Seitenfläche des Wirbelkörpers, bei weitem dagegen rückt er an der Basis desselben empor. Bei rudimentärem Schwanz ist er nur an den vordersten Wirbeln als starker seitlicher *processus* nachweisbar.

Die Kreuzwirbel, die allen Säugethieren mit Ausnahme der Cetaceen gemeinsam sind, können entweder ziemlich getrennt von einander sein oder sind, wie es gewöhnlich der Fall, einmal mit einander fest und dann mit dem *os ilium* entweder fest oder gelenkig verbunden. Bei einigen (Edentaten) finden sich Anklänge an die Verhältnisse bei den Vögeln, in sofern als ein grosser Theil des Beckenknochens mit den seitlichen Partien der den eigentlichen Trägern des Beckengürtels benachbarten Wirbel verwachsen ist. Zwei, resp. $2^1/_2$ Wirbel sind als eigentliche Tragwirbel anzusehen, die übrigen Verbindungen sind etwas Accessorisches.

Die Bogen sind überall vollkommen geschlossen und zeigen auch hier, nach dem allgemeinen Gesetz bei den Säugern, dass die Gelenkfortsätze an den Umbiegungsstellen der Bogen gegen die Medianlinie sitzen, an den normalen Orten die verschmolzenen Gelenkfortsätze, die wir mit ihren mehr oder minder stark entwickelten *processus mamillares: obliquomamillares* genannt haben. Bei keinem Säugethier zeigen sich am Kreuzbein Hämapophysen. Die Seitenfortsätze erlangen am Kreuzbein eine ausserordentlich mächtige Entwicklung, namentlich an denjenigen, die vorzugsweise den Beckengürtel zu tragen bestimmt sind. Sie entspringen theils an der Seitenfläche des Körpers, theils an der Bogenbasis. Ein Zerfall in Rippen und eigentliche Seitenfortsätze wie bei einigen niedern Wirbelthieren findet niemals statt, dagegen zeigen die *processus laterales* die als Träger des Beckens dienen, im frühen Alter oftmals zwei über einander liegende selbständige Ossificationscentren, die als Andeutung des Zerfalls in einen oberen und unteren Querfortsatz anzusehen sind. *Processus accessorii* treten selten auf, sind aber z. B. beim Menschen an der lateralen Seite der *foramina sacralia posteriora* nachweisbar und sehen auch hier in der Nähe der Spitze des Seitenfortsatzes nach hinten.

Die Neurapophysen der Lendenwirbelsäule sind stets dadurch charakterisirt, dass dieselben keinen vollkommen geschlossenen Rückenmarkskanal bilden, sondern zwischen sich, abgesehen von den grossen *foramina intervertebralia,* Spalten übrig lassen, die bei den höheren Wirbelthieren so ausserordentlich häufig durch mehr oder minder tiefe Einsenkungen vorne und hinten an den gegen die Medianlinie umbiegenden Theil der Bogen und durch das starke Hervorragen der auch hier an den Uebergangsstellen sich findenden Gelenkfortsätze zu Stande kommen. Die Dornfortsätze bieten die mannigfaltigsten Formen dar, von niedrigen Höckern bis zu starken seitlich abgeplatteten Kämmen. Die Gelenkfortsätze stehen durchgehends mit ihren Articulationsflächen mehr der sagittalen als der horizontalen Ebene genähert und zeigen hier so ausgeprägt wie selten an den übrigen Abtheilungen der Wirbelsäule auf den vordern zuweilen mächtig entwickelte *proc. mamillares,* die bei den Gürtelthieren eine solche Höhe erreichen, dass sie an Länge kaum den mächtig entwickelten *processus spinosi* nachstehen. Von dieser Grösse bis zu stumpfen, kräftigen Höckern giebt es nun alle möglichen Uebergänge. Auch *processus musculares* sind an den hinteren Gelenkfortsätzen, wenn auch nicht in starker Ausbildung, recht oft vorhanden. Die Basis der Mamillar- und vorderen Gelenkfortsätze wird bei einigen Klassen oft von den stark entwickelten *processus accessorii* des Seitenfortsatzes umfasst. Von der allgemeinen Regel, dass die Gelenkforsätze an den Knickungswinkeln der Bogen vorkommen, bilden nur die Cetaceen eine Ausnahme, indem dieselben sowohl hier, wie an andern Orten der Wirbelsäule an die Basis

der Dornfortsätze emporrücken und zwar weil hier die Bogenkrümmung so gut wie ganz fehlt und die beiden Hälften grade aufsteigend unter einem sehr spitzen Winkel zusammenstossen. Den Basen der Bogen fehlt bei einigen Thieren (*Monotremen*) hier wie an der Brustwirbelsäule die *incisura vertebralis* und sie schliessen dicht an einander, und in diesem Falle werden dann die Basen von den Intervertebralnerven durchbohrt. Uebergänge zu diesem Verhalten finden wir bei einigen Thieren (*Pachydermata* und einige *Ruminantia*) insofern, als die Incisur wenn auch nicht sehr ausgiebig vorhanden ist, ausserdem aber auch eine Durchbohrung der Bogenbasis sich findet. Hämapophysen sind nur in sehr seltenen Fällen und niemals in voller Ausbildung vorhanden. Wo sie vorkommen, stellen sie bei *Phoca* Leisten an der Unterfläche der Wirbel und bei einigen Insectivoren kleine platte Knochenscheibchen im Intervertebralraum dar, die kaum über das Niveau der Unterfläche der Wirbelkörper hervorragen. Die Seitenfortsätze nur selten (*Monotromata*) in schwacher Entwicklung vorhanden, sind meistens starke, kräftige Fortsätze, die nur an der Lendenwirbelsäule der Cetaceen wie am Schwanze ausschliesslich an der Seitenfläche des Wirbelkörpers entspringen, bei den übrigen dagegen mehr an der Basis der Neurapophysen ihren Ursprung nehmen. Sie zeigen bei voller Entwicklung (Cetaceen ausgenommen) mit grosser Constanz einen entweder näher der Spitze oder an der Basis entspringenden, mehr oder minder starken, nach hinten ragenden Fortsatz, der entweder ausser Beziehung zu den Gelenkfortsätzen und den nächstfolgenden Seitenfortsätzen steht und häufig nur durch eine Leiste mit dem vorderen Gelenk- oder Mamillarfortsatz verbunden ist, wie es bei schwacher Entwicklung der Fall, oder den Gelenkfortsatz wie bei vielen Thieren, z. B. *Carnivora*, als griffelförmiger Knochen umgreift, oder eigenthümliche Verbindungen wie bei den Vögeln eingeht. Es ist der Accessorius, der selten dem vorderen, öfter aber dem hintersten Lendenwirbel fehlt. Dieser zeigt bei den Edentaten, die ja auch mit Bezug auf die Beckenverbindung Anklänge an die Vögel darbieten, folgende interessante Beziehungen. Derselbe articulirt entweder mit der Vorderfläche des nächstfolgenden Seitenfortsatzes, oder zu gleicher Zeit auch mit der Basis des *processus mamillaris* und des vorderen Gelenkfortsatzes des nächstfolgenden Wirbels. Bei den meisten Wirbelthieren lässt sich an den Seitenfortsätzen der Lendenwirbel keine Spur irgend einer Trennung nachweisen, dagegen wohl bei einigen, so bei den Menschen, wo eine auf der Vorderfläche verlaufende Furche die erste Andeutung eines Zerfalls giebt. Unter abnormen Verhältnissen kann eine quere Trennung die Bildung einer wirklichen Rippe zu Wege bringen.

Die Bogen der Brustwirbel zeichnen sich auf den ersten Blick dadurch gegenüber denen der Lendenwirbel aus, dass die Spalten zwischen

ihnen bei den allermeisten Säugern entweder nur geringfügig oder vollständig verschwunden sind, doch bildet in dieser Beziehung z. B. *Manatus* eine Ausnahme. Die Dornen derselben sind von höchst verschiedener Form, Grösse und Richtung, gerade wie bei den Lendenwirbeln, und ihre Basen zeigen in den meisten Fällen *incisurae vertebrales*, und wie bei den Thieren, die wir im vorigen Abschnitt erwähnt, schliessen dieselben dicht an einander und die Nerven durchbohren sie oder die Einschnitte sind vorhanden, gleichzeitig findet aber eine Perforation statt. Die an den Knickungsstellen befindlichen Gelenkfortsätze gehen mit ihren Articulationsflächen bald früher, bald später aus der sagittalen in die horizontale und wieder aus der horizontalen in die mehr sagittale Ebene über, und dieses Verhalten hat einen eigenthümlichen Einfluss auf die denselben anhaftenden *processus mamillares*. Dieselben rücken namentlich, wenn die *processus obliqui* horizontal liegen von diesen ab und nehmen dann den vorderen Theil des Seitenfortsatzes ein, allmählig mehr und mehr der Spitze desselben sich nähernd, um dann ebenso allmählig wieder bei veränderter Stellung an die Gelenkfortsätze heranzurücken. Bei einzelnen Familien und an bestimmten verschiedenen Stellen können dieselben gänzlich fehlen. Muskelfortsätze finden sich an der Brustwirbelsäule nicht so häufig und sind niemals sehr stark. Hämapophysen kommen bei den meisten Säugern an der Brustwirbelsäule nicht vor, nur *Ornithorrhynchus* macht eine Hauptausnahme, indem wie bei den Vögeln stark hervortretende Kämme auf der Unterseite der vorderen Brustwirbel in der Mitte auftreten, während dann noch Andeutungen von solchen in Gestalt niedriger Leisten bei *Manatus* an fast sämmtlichen, bei den Pinnipediern nur an den vorderen Brustwirbeln vorkommen. Was die seitlichen Massen der Brustwirbelsäule, die z. B. bei *Echidna* ausserordentlich geringfügig sein können, betrifft, so sehen wir hier den vollkommenen Zerfall des Seitenfortsatzes in Rippe und Querfortsatz vollendet. Der obere Querfortsatz ist stets mehr oder minder, entweder überall oder an bestimmten Stellen ausgeprägt, während der untere, oder die Parapophyse bei den Säugern nur mehr in den allerseltensten Fällen nachweisbar ist. Sie verschwindet so gut wie vollkommen bei den Säugern, wie auch beim Menschen und ist entweder nur als kleiner Höcker, namentlich an den hintersten und vordersten Brustwirbeln nachweisbar, oder im jugendlichen Zustande als ein eigener Epiphysenkern an der hinteren Abtheilung der *fossula costalis vertebralis*. Weit überwiegend ist freilich oft ein Höcker an den hinteren Partien des nächstvorhergehenden Wirbelkörpers, der aber nichts mit dem unteren Querfortsatz zu thun hat, wenn die Rippe auch mit ihm articulirt. Der obere Querfortsatz ist dafür desto deutlicher ausgeprägt und enthält die Elemente zweier oder, wenn der Mamillarfortsatz auf ihn gerückt ist, dreier Fortsätze, die mit grösserer oder ge-

ringerer Deutlichkeit bald hier, bald dort bei den verschiedenen Thieren ausgeprägt sein können. Bald kann auch einer verschwinden, bald können beide fehlen, namentlich dann, wenn wie bei *Echidna* der Querfortsatz rudimentär ist. Der Zerfall des Seitenfortsatzes in oberen und unteren Querfortsatz fehlt einigen Cetaceen, und hier zeigt sich der *processus lateralis* an der Seitenfläche des Wirbelkörpers, die einfache Rippe an seiner Spitze tragend, gerade wie bei den niedersten Wirbelthierformen. Hier finden sich aber auch Uebergänge (*Delphinus*), indem durch eine schräge unvollkommene Spaltung eine kleinere, vordere, untere Parapophyse und ein grösserer, oberer, hinterer Querfortsatz gebildet wird. Am oberen Querfortsatz sieht der Accessorius stets nach hinten, der Mamillaris nach vorn und der Costalis nach unten, der einen Abtheilung der Rippe, dem *tuberculum costae* entgegen. Wenn sich dieses nicht direct mit ihm verbindet, dann ist er oft ziemlich entwickelt, ist es aber der Fall, dann bildet er für gewöhnlich eine Gelenkpfanne, die im jugendlichen Alter als eine selbständige Epiphyse auftritt. Dieser Costalfortsatz zeigt bei einigen Thieren, namentlich dort, wo die Rippen frei sind und der obere Querfortsatz nur wenig entwickelt ist, eine sehr bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit, die gleichsam ein Vorbild der entsprechenden Verhältnisse am Halse ist. Er nähert sich dem Rudimente des untern Querfortsatzes, der Parapophyse, ja kann mit demselben verschmelzen. Die selbständige Epiphyse des *processus costarius* während der Entwicklung deutet auf eine gewisse Selbständigkeit gegenüber den übrigen Bestandtheilen des Wirbels. Mit ihm verbindet sich also gewöhnlich, wenn auch nicht bei allen (*Echidna*) und an allen Stellen, das *tuberculum costae,* welches entsprechend der Stärke des oberen Querfortsatzes gewöhnlich nur eine geringe Entwicklung zeigt, während dagegen das *capitulum* entsprechend der Kleinheit oder dem Fehlen der Parapophyse stark entwickelt ist. Beide Theile der Rippe lassen sich natürlich bei denjenigen Cetaceen, die einen ungetheilten Seitenfortsatz haben, nicht unterscheiden, während sie bei denen, die Uebergänge zur vollständigen Trennung zeigen, auftreten. Nach aussen von dem *tuberculum costae*, jedoch nur bei einigen Säugern (*Rodentia*) und insbesondere beim Menschen in geringerer oder stärkerer Entwicklung bald nahe, bald etwas entfernter findet sich das vergleichend anatomisch so interessante *tuberculum accessorium.*

Die Neurapophysen der Halswirbel umschliessen, wenn sie nicht wie bei einigen Cetaceen zu einem einzigen Wirbel verschmolzen sind, nicht vollständig den Spinalkanal, sondern stets finden sich, abgesehen von den *foramina intervertebralia,* ausgiebige *spatia intercruralia.* Die Dornfortsätze sind auch hier mannigfaltig gestaltet und von verschiedener Grösse und Stärke an den verschiedenen Wirbeln und zeigen häufig Spuren der Zusammensetzung aus zwei Hälften. Die Gelenkfortsätze, von

denen hier wie anderswo die hinteren die vorderen decken, entfernen sich immer wieder aus der Horizontalebene und gewinnen bei den meisten Säugern mehr eine sagittale Stellung, jedoch in verschiedenem Grade, je nach den verschiedenen Bewegungsmodalitäten, und somit sehen wir, wie die an einem Theil der Brustwirbelsäule bei den meisten Säugethieren durch die horizontale Stellung abgedrängten *processus mamillares* bei der überwiegenden Mehrzahl mit Ausnahme der Walfische, wo sie an der Basis des oberen Querfortsatzes stehen, wieder ihre natürliche Stellung an den vorderen Gelenkfortsätzen einnehmen und sich hier oft zu ausserordentlicher Stärke entwickeln. *Processus musculares* sind auch oft an den hinteren *processus articulares* in guter Entwicklung anzutreffen (Mensch). Hier wie an den übrigen Abtheilungen der Wirbelsäule sehen wir diese Gelenkfortsätze an den Knickungswinkeln der Bogen angebracht, nur die vorderen des Epistropheus und die beiden des Atlas machen davon scheinbar eine Ausnahme. Sie sind aber nicht Homologa, sondern nur Analoga der übrigen *processus obliqui.* Es sind Articulationen der verdickten Bogenbasen, die an den übrigen Halswirbeln bei den Affen und den Menschen die seitlichen übergreifenden Leisten an den Wirbelkörpern hervorbringen, und an diesen Theilen zu wirklichen Gelenkflächen ausgebildet sind. Während nun an den übrigen Halswirbeln wie überall die Intervertebralnerven oberhalb der Basen, unterhalb der eigentlichen Gelenkfortsätze heraustreten, so bilden dadurch, dass die Nerven oberhalb der verdickten articulirenden Basen den Spinalkanal verlassen, die ersten Wirbel keine Ausnahme. Sie liegen unter den Knickungsstellen der Bogen, dort, wo eigentlich die Gelenkfortsätze sich finden sollten. Die Hämapophysen sind bei verschiedenen Klassen an der Halswirbelsäule ziemlich ausgeprägt, doch zeigt in dieser Beziehung wohl *Ornithorrhynchus* die stärkste Ausbildung. Meistens treten sie, wie vor allem bei den *Ruminantia, Rodentia, Pinnipedia* und *Carnivora,* als mehr oder minder scharfe Leisten in der Mitte der Unterfläche des Wirbelkörpers auf, die nach hinten hin als Andeutung der symmetrischen Zusammensetzung in zwei Höckerchen auslaufen. Ein eigentlicher Zerfall in Hämapophysen und *spinae haemales* zeigt sich aber nicht. Bei den übrigen Klassen und vor allem bei den Menschen zeigen sich die letzten Spuren der Hämapophysen nur an der Unterfläche des Epistropheus als eine schwache niedrige Leiste, vor allem aber am Atlas als *arcus anterior s. inferior* mit dem *tuberculum anterius s. inferius,* von denen letzteres als letztes Rudiment der *spinae haemales,* ersterer als eigentliche Hämapophyse anzusehen ist. Die Hämapophyse des Atlas des Schnabelthiers zeigt eine mächtige gabelförmige Spaltung, während sie sonst überall als scharfer Kamm jedoch stärker wie bei den übrigen Thieren auftritt.

Sahen wir nun bei den Reptilien an den Seitenfortsätzen der Hals-

wirbel wirkliche Rippen auftreten, bei den Vögeln dagegen nur an einigen, während die übrigen als Costalfortsätze, deren Gestalt noch lebhaft an Rippen erinnerte, auftreten, so ist bei den Säugern und namentlich bei den Menschen die Rippenbildung mehr eine Ausnahme. Wir finden eine solche nur bei den Monotremen und an ganz beschränkten Stellen bei den Faulthieren, bei den übrigen fehlt sie, dafür entwickelt sich aber auch bei ihnen ein Fortsatz, der wie bei den Vögeln und an der Brustwirbelsäule in innigster Beziehung zur Rippe steht und der, wenn er frei, in der That eine Rippe repräsentirt, der Costalfortsatz. Die Seitenfortsätze der Halswirbel zeigen in allen Klassen bei fast allen Wirbeln eine Trennung in einen oberen und unteren Querfortsatz und meistens (Ausnahme Walfisch) eine diese an den Spitzen verbindende Masse, die entwicklungsgeschichtlich wohl in allen Fällen dem oberen Querfortsatz angehört und von ihm aus verknöchert der *processus costarius.* Dieser bildet entweder wie beim Menschen und den höheren Affen eine von der Spitze des oberen Querfortsatzes zur Parapophyse hinübergreifende Spange, oder derselbe ist wie bei dem Walfisch, was aber vielleicht nur an der Jugend des untersuchten Exemplares gelegen hat, als kurzer hakenförmiger Fortsatz an der Spitze derselben Abtheilung vorhanden, oder er tritt bei den meisten Säugethieren in Gestalt der so mannigfaltig modificirten Seitenfortsatzplatte auf, die bald einfach ungetheilt, bald wiederum auf die mannigfaltigste Weise zerfallen kann. Die Modificationen in der Grösse, Form und Richtung lassen sich in dieser allgemeinen Darstellung nicht erschöpfend wiederholen. Mit dem oberen Querfortsatz und mit diesem modificirten *processus costarius* in Verbindung ragt dann häufig noch stets nach hinten und oben sehend ein mehr oder minder entwickelter *processus accessorius,* zu dem sich dann, wenn auch äusserst selten, der Mamillarfortsatz gesellen kann, der ja eigentlich dem *processus articularis* angehört. Dieser *processus costarius* gewinnt bei den den Vögeln so nahe stehenden Monotremen ein erhöhtes Interesse und aus dem Verhalten bei diesen Thieren lässt sich darthun, dass dieser Fortsatz, obgleich integrirender Bestandtheil des Wirbels, dennoch die innigsten Beziehungen zur Rippe hat. Bei diesen Thieren und namentlich bei der *Echidna* ist dieser Fortsatz, der auch hier in Gestalt einer Seitenfortsatzplatte auftritt, stets gegenüber dem oberen und unteren Querfortsatze gegliedert und tritt als eine wirkliche Rippe auf mit der Andeutung des *tuberculum costae* zur Verbindung mit dem oberen Querfortsatz und des *capitulum* zur Articulation mit der Parapophyse. Die einzelnen Theile des Seitenfortsatzes bilden das dem *foramen costotransversarium* der Brustwirbelsäule gleichwerthige *foramen intertransversarium.* Der Seitenfortsatz des letzten Halswirbels zeigt die grössten Differenzen. Er kann wie bei einigen Pachydermen, Pinnipediern, Ruminantiern, Carnivoren und *Bradypus*

tridactylus undurchbohrt, somit nicht in seine Bestandtheile zerfallen sein, oder er trägt, wie es bei *Bradypus* der Fall ist, eine wirkliche Rippe. Wie beim Menschen kann dieser Costalfortsatz auch einen eigenen Verknöcherungspunkt besitzen, während an den übrigen die Ossification von dem oberen Querfortsatz ausgeht. Ob in diesem Fall der *processus costarius* eine wirkliche zu einer bestimmten Zeit abgegliederte Rippe repräsentirte, liessen wir einstweilen dahin gestellt, waren aber geneigt, es zu bezweifeln.

Haben wir nun so die groben morphologischen Verhältnisse durch die Wirbelthierreihe verfolgt, so sei es uns zum Schluss noch gestattet mit Bezug auf die Arbeit von Retzius, die Punkte, die er mit Bezug auf die Elemente der Seitenfortsätze aufgestellt, speciell an der Hand unserer Erfahrungen zu modificiren, resp. zu erweitern. Nur die *processus accessorii* und *costales* sind Elemente des Seitenfortsatzes und gehören, wenn dieser in die beiden Querfortsätze zerfallen ist, wesentlich dem oberen an. Der *processus mamillaris* ist immer integrirender Bestandtheil des *processus articularis anterior* und rückt nur unter gewissen Verhältnissen auf den Seitenfortsatz. Diese Fortsätze können entweder in voller Entwicklung vorhanden sein, der Costalfortsatz nur da, wo eine Theilung des Seitenfortsatzes eintritt, oder sie können bald hier, bald dort fehlen, streckenweise verschwinden und wieder auftauchen. Die Muskelfortsätze gehören stets dem hinteren *processus obliquus* an.

Leider kam uns erst nach Schluss dieser Arbeit und nachdem der Druck bereits begonnen die ausgezeichnete Arbeit Gegenbaur's: »Ueber die Entwicklung der Wirbelsäule des *Lepidosteus* mit vergleichend anatomischen Bemerkungen«[1]) zu Händen, so dass es uns leider nicht möglich war, die darin niedergelegten Resultate zu benutzen, und wir sehen uns daher genöthigt, kommenden Abhandlungen über die Entwicklung und den Bau der Wirbelsäule innerhalb der verschiedenen Klassen eine eingehende Würdigung der Anschauungen zuzuweisen und zu unserem Bedauern für diesmal die etwaigen Differenzen mit Bezug auf das Allgemeine unvermittelt bestehen zu lassen. Dies gilt namentlich von den Beziehungen der Bogen zu dem Intervertebralknorpel, und so gerne wir mit dem auf diesem Gebiete so sehr verdienten geehrten Forscher in Einklang uns befinden möchten, so können wir für jetzt nur so viel sagen, dass die bisherigen eigenen Untersuchungen in sämmtlichen Wirbelthierklassen uns nicht zu einer Aenderung unserer früher dargelegten Anschauungen über die Verhältnisse des eigentlichen Wirbelkörpers und der aus dem Reste der skelettbildenden Schichte hervorgehenden Fortsätze zu bewegen vermochten. Ferner gilt es auch für die Bildung der

---

1) Jenaer naturwissenschaftliche Zeitschrift.

Chordascheide bei den Plagiostomen. Eine definitive Entscheidung, ob, wie wir glauben, die Chordascheide dieser Thiere aus der äusseren skelettbildenden Schicht sich bilde oder, wie GEGENBAUR meint, aus dem Zellenbeleg der Chorda hervorginge, lässt sich erst dann treffen, wenn genügend junge Entwicklungstadien darauf hin untersucht sein werden. Leider hat weder GEGENBAUR noch uns ein solches wichtiges Material vorgelegen, und somit muss die Frage in *suspenso* bleiben und Theorie der Theorie gegenüber stehen. So auffallend die Bildung der Chordascheide aus der skelettbildenden Schicht mit nachfolgender Bildung einer *elastica externa* innerhalb der Bildungsmasse wäre, so halten wir dennoch vorläufig an der Möglichkeit einer solchen Bildung fest, gerade mit Rücksicht auf die Continuität in der Entwicklungsreihe der Wirbel in den einzelnen Thierklassen, da sonst nach den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen die Plagiostomen ziemlich unvermittelt, namentlich den höheren Klassen gegenüber ständen. Hoffentlich glückt es uns, in nächster Zeit genügend junges Material zur Untersuchung zu erlangen, um auf diesem principiell wichtigen Gebiet der Wirbelentwicklung vollkommene Klarheit und Uebereinstimmung zu erzielen. Anders verhält es sich mit den Resultaten, die GEGENBAUR über die Entwicklung der Wirbel des *Lepidosteus* gewonnen, wodurch es klar geworden, dass, wie hoch auch immer *Lepidosteus* in der Reihe der Ganoiden und Teleostier steht, dennoch ein Anklang an die Verhältnisse bei den Plagiostomen einerseits und den Amphibien andererseits, gleichsam ein Hinübergreifen über die Plagiostomen zu den nächsthöheren Thieren, wie wir früher auf Grund der Beobachtungen KÖLLIKER's zu glauben geneigt waren, nicht stattfindet, in sofern der eigentliche Wirbelkörper nicht durch eine zellenhaltige Chordascheide, sondern wie bei den übrigen verwandten Thieren durch eine zellenlose gebildet wird. Dem entsprechend möchten wir eine Aenderung in dem betreffenden Abschnitte gemacht sehen.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. IV. Fig. 1. Vergr. $^{50}/_{1}$. Querschnitt durch einen embryonalen mittleren Schwanzwirbel eines Schweines in der Nähe des einen Endes. *a.* Eigentliches oder chordales Wirbelcentrum. *b.* Aeussere skelettbildende Schicht. *c.* Periost. *d.* Neurapophysen. *e.* Hämapophysenrudiment. *f.* Caudalgefässe.

„ Fig. 2. Vergr. $^{50}/_{1}$. Querschnitt durch die Mitte eines embryonalen Schwanzwirbels vom Schwein. *a.* Chorda. *b.* Eigentlicher Wirbelkörper. *c.* Aeussere skelettbildende Lage. *d.* Periost. *e.* Neurapophysen.

„ Fig. 3. Vergr. $^{50}/_{1}$. Querschnitt durch einen embryonalen Brustwirbel des Menschen. *a.* Chorda. *b.* Eigentlicher Wirbelkörper. *c.* Aeussere skelettbildende Schicht. *d.* Periost. *e.* Bogen. *f.* Rippe. *g.* Rippengelenk.

Taf. IV. Fig. 4. Vergr. $^{50}/_{1}$. Querschnitt durch einen embryonalen Halswirbel eines Schweins. *a.* Chorda. *b.* Eigentliches Wirbelcentrum. *c.* Aeussere skelettbildende Schicht. *d.* Periost. *e.* Oberer Querfortsatz. *f.* Unterer Querfortsatz. *g.* Oberer Bogen. *h.* Gefässe.

,, Fig. 5. Vergr. $^{50}/_{1}$. Querschnitt durch eine embryonale *fibrocartilago interarticularis* vom Schwein. *a.* Aufgelockerter Theil des Intervertebralknorpels. *b.* Unveränderter Intervertebralknorpel. *c.* Intervertebralligament. *d.* Aeussere Periostlage.

,, Fig. 6. Vergr. $^{140}/_{1}$. Stück der *fibrocartilago interarticularis.* *a.* Aufgelockerter Intervertebralknorpel. *b.* Unveränderter Intervertebralknorpel. *c.* Intervertebralligament.

,, Fig. 7. Vergr. $^{140}/_{1}$. Stück des Querschnitts durch einen menschlichen embryonalen Wirbel. *a.* Chorda. *b.* Eigentliches Wirbelcentrum. *c.* Aeussere skelettbildende Lage.

,, Fig. 8. Gr. $^{3}/_{4}$. Die letzten Hals- und der oberste Brustwirbel im Profil gesehen. *a. processus mamillaris. b. processus accessorius.* *c.* Unterer Querfortsatz. *d. processus costarius. e. processus costarius* des siebenten Wirbels. *f. proc. mamillaris. g.* Vorsprung an der Vorderseite der Neurapophysenbasis. *h. processus mamillaris* des siebenten Halswirbels.

,, Fig. 9. Gr. $^{1}/_{2}$. Die letzten Brust- und die ersten Lendenwirbel von hinten. *a. processus mamillaris. b. processus costarius. c. processus accessorius. d. processus mamillaris* des ersten Lendenwirbels. *e. processus lateralis. f. processus accessorius. g. tuberculum accessorium costae.*

,, Fig. 10. Gr. $^{1}/_{3}$. Der erste Steisswirbel, das Kreuzbein und die letzten Lendenwirbel von hinten. *a. processu saccessorius spurius. b. proc. obliquomamillaris. c. processus mamillaris. d. processus muscularis. e. processus accessorius* des letzten Lendenwirbels. *f. processus lateralis* des ersten Schwanzwirbels. *g.* Bogenrudiment desselben (*cornu coccygeum*).

,, Fig. 11. Gr. $^{2}/_{3}$. Erster Kreuzwirbel eines Kindes von oben gesehen. *a.* Unterer Querfortsatz. *b.* Oberer Querfortsatz.

,, Fig. 12. Natürliche Grösse. Halswirbelsäule eines Neugeborenen. *a.* Hämapophysenkern des Atlas. *b.* Oberer Querfortsatz. *c.* Unterer Querfortsatz. *d. processus costarius. e.* Selbständiger *proc. costarius* des siebenten Wirbels. *f.* Körper des Atlas.

,, Fig. 13. Gr. $^{3}/_{4}$. Zwei Brustwirbel im Profil im Pubertätsalter. *a.* Epiphyse des *processus costarius. b.* Epiphyse des unteren Querfortsatzes. *c.* Epiphyse des Dorns.

,, Fig. 14. Gr. $^{1}/_{2}$. Siebenter Halswirbel von oben mit Rippenbildung. *a.* Halsrippe. *b.* Gefässloch des oberen Querfortsatzes.

,, Fig. 15. Gr. $^{1}/_{1}$. Halswirbel und oberste Brustwirbel von *Cynocephalus sphynx. a. processus muscularis. b. processus lateralis. c. processus mamillaris. d. processus mamillaris* des ersten Brustwirbels. *e. processus mamillaris* des zweiten. *f.* Unterer Querfortsatz. *g. proc. accessorius. h. foramen intertransversarium.*

,, Fig. 16. Gr. $^{1}/_{2}$. Letzte Brustwirbel von *Cercopithecus aethiops. a. processus mamillaris. b. accessorius. c. processus costarius. d. accessorius. e. costarius. f. processus mamillaris. g. processus mamillaris.*

Taf. V. Fig. 17. Gr. $^{1}/_{2}$. Lendenwirbel von *Cercopithecus aethiops. a. processus mamillaris. b. processus accessorius. c. processus lateralis.*

,, Fig. 18. Gr. $^{1}/_{1}$. Kreuzbein von *Cercopithecus aethiops. a. os ilium. b.* Band-

masse der Synchondrose. *c. arcus* des letzten Lendenwirbels. *d. processus mamillaris. e. f. processus obliquo-mamillaris.*

Taf. IV. Fig. 19. Gr. $1/2$. Erste Schwanzwirbel von *Cercopithecus faunus. a. arcus. b. processus spinosus. c. processus mamillaris. d. processus lateralis. e. f.* die Abtheilungen des zerfallenen Seitenfortsatzes. *g. spina haemalis. h.* Hämapophyse.

,, Fig. 20. Gr. $1/2$. Letzte Schwanzwirbel von *Cercopithecus faunus. a.* Vorderer, *b.* hinterer Gelenkfortsatz mit Bogenrudiment. *d. e.* Seitenfortsätze.

Taf. V. Fig. 21. Gr. $1/1$. Halswirbel von *Pteropus edulis. a. processus spinosus* des letzten Halswirbels. *b. processus mamillaris. c. processus lateralis. d.* Seitenfortsatzplatte. *e. processus accessorius.*

,, Fig. 22. Gr. $1/1$. Brustwirbel von *Pteropus edulis. a.* Querfortsatz. *b. processus mamillaris. c. processus accessorius.*

,, Fig. 23. Gr. $1/1$. Lendenwirbel von *Pteropus edulis. a.* Accessorius. *b. processus mamillaris. c.* Seitenfortsatz.

,, Fig. 24. Gr. $1/1$. Schwanzwirbel von *Vespertilio noctula.*

,, Fig. 25. Gr. $1/1$. Hals- und Rückenwirbel von *Erinaceus europaeus. a. processus muscularis. b.* Mamillaris. *c.* Seitenfortsatz des letzten Halswirbels. *d. foramen intertransversarium. e.* Platte des Seitenfortsatzes. *f. processus accessorius. g.* Querfortsatz. *h. processus costarius. i. processus mamillaris. k.* Accessorius.

,, Fig. 26. Gr. $1/1$. Hintere Rumpfhälfte von *Erinaceus europaeus. a. proc. mamillaris. b.* Seitenfortsatz. *c. d.* Seitenfortsatz, zerfallen. *e.* Hämapophyse.

,, Fig. 27. Gr. $1/1$. Unterseite der Lendenwirbel von *Talpa europaea. a.* Hämapophyse. *b.* Accessorius. *c.* Seitenfortsatz. *d.* Seitenfortsatz.

,, Fig. 28. Gr. $1/2$. Erstes Drittel der Wirbelsäule von *Mustela foina. a. proc. mamillaris. b.* Seitenfortsatz. *c.* Platte des *processus lateralis. d. e. f.* Accessorius. *m. processus mamillaris.*

,, Fig. 29. Gr. $1/2$. Zweites Drittel der Wirbelsäule von *Mustela foina. a.* Accessorius. *b.* Mamillaris. *c.* Costarius. *d.* Mamillaris.

,, Fig. 30. Gr. $1/2$. Letztes Drittel der Rumpfwirbelsäule von *Mustela foina. a.* Accessorius. *b.* Mamillaris. *c. processus lateralis. d. processus accessorius. e.* Vordere Auftreibung der *fovea costalis vertebralis. f. processus obliquo-mamillaris. sp. processus spinosus.*

,, Fig. 31. Gr. $1/1$. Schwanz von *Mustela putorius. a. b. processus mamillaris. c.* Hinterer Gelenkfortsatz. *d.* Seitenfortsatz. *e. f.* Der zerfallene *processus lateralis. h. spina haemalis.*

,, Fig. 32. Gr. $1/5$. Vorderes Drittel der Wirbelsäule von *Trichechus rosmarus. d. f. processus spinosus atlantis. a.* Seitenfortsatz. *b. processus accessorius. c.* Seitenfortsatzplatte. *d.* Accessorius. *n. f.* Mamillaris. *g.* Accessorius. *h. processus costarius. e. processus muscularis.*

,, Fig. 33. Gr. $1/5$. Zweites Drittel der Wirbelsäule desselben Thieres. *a. accessorius. e. f. h. i.* Getheilter Accessorius. *g.* Costarius. *b.* Mamillaris. *c.* Vorderer Gelenkfortsatz. *k.* Rippenrudiment. *p. processus costarius.*

,, Fig. 34. Gr. $1/5$. Letztes Drittel der Wirbelsäule desselben Thieres. *a.* Accessorius. *b. processus lateralis. c. obliquo-mamillaris. d.* Seitenfortsatz.

,, Fig. 35. Gr. $1/5$. Erstes Drittel der Wirbelsäule von *Hydrochoerus capybara. a.* Mamillaris. *b. processus muscularis. c.* Seitenfortsatz. *d.* Platte des Seitenfortsatzes. *e.* Querfortsatz. *f.* Accessorius. *m tuberculum accessorium costae.*

Taf. VI. Fig. 36. Gr. 1/5. Zweites Drittel der Wirbelsäule desselben Thieres. *a. n.* Mamillaris. *f. r.* Accessorius. *g. processus costarius.*

,, Fig. 37. Gr. 1/5. Letztes Drittel der Wirbelsäule desselben Thieres. *r.* Accessorius. *s.* Mamillaris.

,, Fig. 38. Gr. 3/4. Hals- und vordere Brustwirbel von *Bradypus tridactylus. a. processus lateralis. b.* Vorderer Gelenkfortsatz. *c.* Halsrippe.

,, Fig. 39. Gr. 3/4. Rückenwirbel desselben Thieres. *a.* Querfortsatz. *d.* Mamillaris.

,, Fig. 40. Gr. 3/4. Seitenansicht dreier Lendenwirbel desselben Thieres. *a. b.* Accessorius. *c.* Vorderer Gelenkfortsatz. *d.* Seitenfortsatz. *b'.* Mamillaris.

,, Fig. 41. Gr. 1/1. Lendenwirbel von *Dasypus novemcinctus. a.* Accessorius. *b.* Seitenfortsatz. *c.* Mamillaris.

,, Fig. 42. Gr. 3/4. Kreuz- und Schwanzwirbel von *Manis brachyura. a. b. processus lateralis. m. processus obliquo-mamillaris. m. c.* Mamillaris.

,, Fig. 43. Gr. 1/4. Vorderes Drittel der Wirbelsäule von *Cervus tarandus. a. processus muscularis. b.* Kamm zwischen den beiden Gelenkfortsätzen. *c.* Accessorius. *m.* Mamillaris. *d. tuberculum accessorium costae.*

,, Fig. 44. Gr. 1/4. Zweites Drittel der Wirbelsäule desselben Thieres. *d. processus costarius. e.* Accessorisches Intervertebralloch.

Taf. VII. Fig. 45. Gr. 1/4. Letztes Drittel der Wirbelsäule desselben Thieres. *f. processus obliquo-mamillaris. h. processus lateralis. i.* Mamillaris.

Taf. VI. Fig. 46. Gr. 1/6. Erstes Drittel der Wirbelsäule von *Tapirus americanus. a.* Foramen am Bogen des Epistropheus. *b.* Accessorius. *c.* Seitenfortsatzplatte. *d.* Starker Höcker des Seitenfortsatzes des letzten Halswirbels. *m.* Mamillaris. *e* Mamillaris. *g.* Accessorius. *p.* Seitenfortsatz des Atlas. *i.* Durchbohrung der Bogenbasis.

,, Fig. 47. Gr. 1/6. Zweites Drittel der Wirbelsäule desselben Thieres. *f.* Mamillaris. *g.* Accessorius. *h.* Costarius. *i.* Foramen an der Bogenbasis. *l.* Accessorius.

,, Fig. 48. Gr. 1/6. Letztes Drittel der Wirbelsäule desselben Thieres. *k.* Mamillaris. *s.* Seitenfortsatz.

Taf. VII. Fig. 49. Gr. 1/4. Erstes Drittel der Wirbelsäule von *Manatus australis. a. foramen intertransversarium. b. processus mamillaris.*

,, Fig. 50. Gr. 1/4. Zweites Drittel der Wirbelsäule desselben Thieres. *c.* Seitenfortsatz mit Rippe. *d. processus lateralis. e.* Hämapophyse. *f. arcus haemalis.*

,, Fig. 51. Gr. 1/4. Letztes Drittel der Wirbelsäule desselben Thieres. *d.* Seitenfortsatz. *g. h.* Hämapophyse.

,, Fig. 52. Gr. 1/3. Hals- und vordere Brustwirbel von *Halmaturus Bennettii. a. processus spinosus* des Atlas. *b.* Platte des Seitenfortsatzes. *c. processus accessorius.*

,, Fig. 53. Gr. 1/3. Hintere Brust- nnd vordere Lendenwirbel desselben Thieres. *d. e.* Accessorius. *f.* Mamillaris. *g.* Costarius.

,, Fig. 54. Gr. 1/3. Lenden-, Kreuz- und vordere Schwanzwirbel desselben Thieres. *c.* Dornfortsatz des Kreuzbeins. *h. processus obliquo-mamillaris. i.* Mamillaris. *k.* Hinterer Gelenkfortsatz. *m. arcus haemalis.*

,, Fig. 55. Gr. 1/3. Schwanzwirbel desselben Thieres. *i.* Mamillaris. *k.* Hinterer Gelenkfortsatz. *l. m.* Getheilter Seitenfortsatz. *p. arcus haemalis.*

,, Fig. 56. Gr 1/1. Vordere Hälfte der Wirbelsäule von *Echidna hystrix.*

a. b. Halsrippen. *c. processus costarius. m. processus mamillaris. d. foramen intervertebrale.*

Taf. VII. Fig. 57. Gr. $^1/_1$. Hintere Hälfte der Wirbelsäule desselben Thieres. *a.* Seitenfortsatz. *b. processus mamillaris. c. foramen intervertebrale. e. processus lateralis.*

,, Fig. 58. Gr. $^1/_1$. Lenden-, Kreuz- und vordere Schwanzwirbel von *Ornithorrhynchus paradoxus. a. processus obliquo-mamillaris. a'. processus mamillaris. b.* Oberer Querfortsatz. *d.* Seitenfortsatz. *e.* Accessorius. *g. processus mamillaris. s. processus lateralis. e.* Leiste des Seitenfortsatzes. *f.* Höcker des Seitenfortsatzes. *h.* Hämapophyse.

V.

Die Lageveränderungen der pharyngealen Tubenmündung während der Entwicklung

von

A. Kunkel, cand. med.

Mit Tafel VIII.

Die folgende Abhandlung, die ich hiermit der Oeffentlichkeit übergebe, bedarf zu ihrer Einführung nur weniger Worte. Dieselbe füllte einen Theil meiner freien Stunden in diesem Sommersemester 1869 aus und wurde auf Anregung meines hochgeschätzten Lehrers, Herrn Dr. Hasse, von mir unternommen und ich spreche demselben für seine freundliche Unterstützung hiermit meinen Dank in der geziemendsten Weise aus. Die Untersuchung bezieht sich darauf, die gleich anzuführende Lageveränderung wissenschaftlich zu begründen. Inwieweit mir dies gelungen ist, überlasse ich einer billigen Kritik.

Diese Lageveränderung ist allgemein ausgedrückt der Art: dass die Tubenmündung (im fötalen Leben unterhalb des harten Gaumens liegt), beim Neugebornen das Niveau desselben ungefähr erreicht, beim 4jährigen schon 3—4 Mm. [1]) über demselben steht, um schliesslich beim Erwachsenen etwa 10 Mm. über jener Ebene zu liegen (cfr. Abbildung).

Der eigentliche Grund dieser Ortsveränderung kann nur in Wachsthumsdifferenzen zu finden sein. Denn würden alle hier massgebenden Schädeltheile während der in Betracht kommenden Zeit ein verhältnissmässig gleiches Wachsthum zeigen, so wäre eine Lageveränderung unmöglich.

Begründende Momente können nun — die Sache *a priori* betrachtet — liegen: in dem Wachsthum der *tuba Eustachii* selbst, das gegenüber den benachbarten Theilen ein beschleunigtes oder verlangsamtes sein könnte; in Lageveränderungen, die die Ansatzpunkte der Tuba *processus*

1) Alle noch vorkommenden Maasse sind in Millimetern (Mm.) ausgedrückt.

pterygoidei des Keilbeins und Felsenbeinpyramide gegeneinander in verschiedenen Ebenen erfahren.

Der Einfluss der zuerst angeführten Bedingung ist jedenfalls ein geringer. Die Tuba ist stets der Schädelbasis ziemlich genau angeheftet, zwischen ihren beiden Ansatzpunkten ausgespannt und folgt dem Wachsthum derselben. Die unmittelbare Anschauung an Präparaten berechtigt diese Behauptung. Man könnte allenfalls auch an den Einfluss der an die Tuba sich ansetzenden Muskeln (*petro-salpingo-staphylinus* und *spheno-salpingo-staphylinus*) denken. Da nun aber die gleich zu besprechenden Lageveränderungen der Knochen zur Erklärung der wirklich beobachteten Lageveränderung der Tuba ausreichen, so existirt sicher grosse Berechtigung, den Einfluss dieser Muskeln zu vernachlässigen, um somehr, als sich beweisbare Behauptungen hier nicht aufstellen lassen.

Die Veränderungen, die die beiden eben erwähnten Knochenpunkte, Flügelfortsatz des Keilbeins und Pyramide des Felsenbeins hinsichtlich ihrer gegenseitigen Lage erfahren, lassen sich nicht betrachten, ohne zugleich auf die Veränderungen der Schädelbasis überhaupt einzugehen. Ich kann hier auf die ausgezeichneten Untersuchungen von VIRCHOW, WELCKER, ENGEL u. A. und die von ihnen gewonnenen Resultate mich stützen.

Die Veränderungen, die die Felsenbeinpyramide erfährt, sind schwer durch Zahlen zu bestimmen, da sich sichere Punkte zur Messung hier nicht wohl feststellen lassen.

Einmal zeigen die Pyramiden ein Hinaufsteigen gegen die übrigen Knochen des Schädelgrundes [1]), oder auch, die übrigen Knochen rücken nach unten, während die Felsenbeinpyramiden ihre ursprüngliche Lage beibehalten. Folgende Messungen geben hierüber den besten Aufschluss:

	Pyramidenspitzen		Grundbein
7monatl. Fötus	,,	2 Mm. tiefer als	,,
Neugeborner	,,	2 ,, ,, ,,	,,
1½jährig	,,	gleiches Niveau	,,
4jährig	,,	2 Mm. höher als	,,
Erwachsener	,,	2—3 ,, ,, ,,	,,

Grundbein bezeichnet hier jenen Punkt, der sich als die Mitte des von der Verbindungslinie der beiden Pyramidenspitzen überragten Grundbeins darstellt. Die obigen Zahlen wurden so bestimmt, dass auf das überragende Grundbein, resp. die Spitzen der Pyramiden ein eine möglichst gerade Linie an scharfer Kante bietender Körper aufgesetzt und

1) Sämmtliche auch später noch anzuführenden Beobachtungen beziehen sich auf die dem Rumpfe zugekehrte Aussenseite des Grundes des Schädels, die ich Schädelbasis nennen will.

dann die betreffenden Distanzen unmittelbar gemessen wurden. Es giebt diese Art der Messung zwar keine ganz genauen, aber für den vorliegenden Zweck brauchbare Resultate.

Dieser ursprüngliche Tiefstand der Pyramide ist gegen die übrigen Knochen der Schädelbasis viel bedeutender, als gegen das Grundbein. Der spätere höhere Stand gegenüber dem ersteren ist begründet durch die Hervorwölbung nach unten, die die Hinterhauptschuppe besonders durch das erst nach der Geburt sich stärker entwickelnde Kleinhirn ebenso die grossen Flügel des Keilbeins durch den zweiten Hirnlappen erfahren. Diese Stellungsänderungen, die für sich betrachtet als Stillstand der Pyramide und Abwärtswölbung der oben erwähnten Knochentheile aufgefasst werden müssen, kommen hier weniger in Betracht; nur die Stellungsänderung gegen das Grundbein und dessen Theile hat Bedeutung.

Zur Erklärung dieser Veränderung nun bin ich geneigt das von Virchow gefundene eigenthümliche Wachsthum des Grundbeins herbeizuziehen. Während nämlich die intersphenoidale Fuge nach Virchow [1]) in der ersten Zeit nach der Geburt definitiv verwächst, nach Welcker [2]) dagegen schon zur Zeit der Geburt die Seitentheile constant knöchern verwachsen sind, so dass die beiden Körper Einen Knochen darstellen, obliterirt die *Synchondrosis spheno-basilaris* nach Virchow erst im 16.—20. Jahre. Diese Knorpelfuge zeigt ein besonderes Wachsthum in der Art [3]), »dass die eigenthümlich geordneten Knorpellagen den oberen Theil stärker auseinanderdrängen, wodurch es geschieht, dass die Knochen oben stärker auseinandergeschoben werden als unten, dass der Winkel, den das Keilbein mit dem Hinterhauptsbein bildet, grösser wird«. Dieses Verhalten, dessen weitere Consequenzen wir später noch ziehen müssen, hat zur Folge, dass das Keilbein nach unten hervortritt, sich gegen die übrigen Knochen senkt, wenn und weil wir das Hinterhauptsbein durch seine übrigen Knochenverbindungen als fixirt betrachten dürfen. Diese Abwärtsbewegung ist aber nicht an allen Punkten des Knochens eine gleichmässige, sondern sie geschieht in einer Kreislinie, als deren Mittelpunkt der unterste Theil der Synchondrose angesehen werden darf. Die zunächst der Synchondrose gelegenen Punkte des Keilbeins werden eine sehr geringe Verschiebung erfahren, während die äussersten, d. i. vordersten Partien des Keilbeins den grössten Bogen beschreiben, die ausgiebigste Bewegung erleiden. Der Punkt nun, an dem die Verbindungslinie der Pyramidenspitzen das Keilbein trifft, liegt kurz vor der Synchondrose. Es wird sonach das auseinandergesetzte Abwärtsrücken des

1) Gesammelte Abhandlungen, p. 987.

2) Untersuchungen über Wachsthum und Bau des menschlichen Schädels, Leipzig 1862, p. 85.

3) Virchow, Schädelgrund, p. 31.

Keilbeins auf die Stelle, an der die Messung vorgenommen wurde, Einfluss haben, der auch in den obigen (p. 173) Zahlen mit ausgedrückt ist, aber eine Differenz von 5 Mm. nicht erklären können.

Ich bin darum geneigt, an eine Ortsveränderung, die von der Felsenbeinpyramide ausgeführt wird, an ein eigentliches Höherrücken derselben zu glauben. Dies stelle ich mir so vor, dass die Pyramide durch die nach ihr hinwachsenden Knochen gleichsam nach obenzu, wohin sie ihrer natürlichen Lage nach ausweichen kann, verdrängt wird. Bei diesem Hinaufdrängen bildet das Hinterhauptsbein die feste Widerlage, während durch das oben schon erwähnte Wachsthum des Keilbeins der Oberkiefer (wie erst an einem spätern Orte genauer ausgeführt werden kann) und zugleich die grossen Flügel des Keilbeins nach hinten und unten rücken, letztere sich immer stärker an die Felsenbeinpyramiden heranschieben. Dass eine solche Auffassung auch den Thatsachen entspricht, glaube ich damit stützen zu können, dass der grosse Flügel des Keilbeins wirklich eine Annäherung an die Felsenbeinpyramide erfährt. Es ist nämlich die Entfernung der *spina angularis* des Keilbeins vom *processus condyloides* des Hinterhauptbeins in den verschiedenen Altern immer nahezu gleich, wie nachstehende Zahlen beweisen:

Entfernung der *spina angularis* des Keilbein vom *proc. condyl. occip.*

7monatlicher Fötus	13 Mm.
Neugeborner	18 „
1½jährig	18 „
4jährig	15 „
Erwachsener	18 „

Diese beiden Punkte aber sind die nächsten Grenzpunkte für die Breite der unteren Fläche der Pyramide. Dass deren Distanz während der ganzen Wachsthumsperiode von der Geburt bis zur fertigen Entwicklung dieselbe bleibt, zeigt nicht, dass überhaupt kein Wachsthum zwischen diesen beiden Punkten stattfindet, sondern nur, dass die obigen Annahmen, die alle auf das eigenthümliche Wachsthum der Sphenobasilarfuge sich stützen, die richtigen sind.

Neben diesem Höhersteigen der Pyramiden scheint keine weitere für diese Untersuchungen wichtige Veränderung an ihnen sich abzuspielen. Ihre Entfernung von einander wächst mit dem Wachsthum des Schädels innerhalb der hier immer vorhandenen Schwankungen durch Messungsfehler etc. bedingt in gleicher Linie fort.

Bevor ich indess diese Entfernungen in Zahlen anführe, scheint mir eine Bemerkung nothwendig. Es wird im Folgenden wiederholt von Wichtigkeit sein, ein Normalverhältniss des Wachsthums zwischen ver-

schiedenalterigen Schädeln zur Vergleichung zu besitzen. Ich verglich nun nach den Tabellen, die Welcker seinem schon oben citirten Werke beigefügt hat, die wichtigsten Maasse des Schädels, unter denen Welcker selbst den Horizontalumfang als das die Grösse des Schädels zumeist bezeichnende nennt, von verschiedenen Altern mit einander und fand sehr übereinstimmend das Wachsthumsverhältniss des neugebornen zum erwachsenen Schädel zu 1 : 1,5, den neugebornen zu 1 angenommen.

Als Maass für das Breitenwachsthum der Pyramiden nahm ich die Distanz der *for. carot. ext.* (äussere Ränder) an, da diese ganz genau bestimmbare Zahlen ergeben. Nun ist

Entfernung der *for. carot. ext.*

7monatlicher Fötus	34 Mm.
Neugeborner	45 ,,
1½jährig	50 ,,
4jährig	56 ,,
Erwachsener	68 ,,

Die hieraus gewonnenen Verhältnisszahlen stimmen ziemlich genau mit der Zunahme des Breitendurchmessers des Schädels (nach Welcker) überein und übergehe ich darum deren Anführung.

Ich glaube damit die für uns wichtigen Stellungsveränderungen, die die Felsenbeinpyramide im Laufe der Entwicklung eingeht, wenigstens berührt zu haben, sie beschränken sich auf das verhältnissmässig geringe Aufwärtsrücken. Wichtiger und ausgiebiger sind die Stellungsveränderungen, die die Flügelfortsätze des Keilbeins eingehen.

Bevor ich auf die Besprechung dieser näher eingehe, dürfte es räthlich sein, erst Einzelnes über die Entwicklung des Keilbeins und des Oberkiefers, soweit dies für das Folgende nothwendig sein wird, zu erwähnen. Es wird dies jedenfalls der Deutlichkeit, wenn auch nicht der Exactheit der folgenden Aufstellungen Vorschub leisten.

Die beiden eben erwähnten Knochentheile, das Keilbein und der Oberkiefer, die wegen ihrer natürlichen Verbindung auf die Flügelfortsätze den grössten Einfluss haben, folgen in ihrem Wachsthum verschiedenen Typen, dem des Gehirn- und Gesichtsschädels. Letzterer zeigt, wie allgemein bekannt, nach der Geburt ein viel stärkeres Wachsthum als der Gehirnschädel. Speciell auf die Verhältnisse übertragen, die das Folgende verlangt, zeigt sich dies in dem Breitenwachsthum der beiden Knochen. In Bezug auf die hintere Breite der Oberkiefer entnehme ich Engel folgende Tabelle [1]):

1) Engel, Jos., Knochengerüste des menschlichen Antlitzes. Wien 1850, p. 24.

Wachsthumsexponenten der hintern Breite der Oberkiefer:
(Neugeb. = 1)

Neugeborner	1,00
2—14 Jahre	1,57
Erwachsener	1,7

Zahlen, die ich selbst mass, ergeben folgende Tabelle:

Hintere Oberkieferbreite:

7monatlicher Fötus	17 Mm.
Neugeborner	26 ,,
1½jähriger	25 ,,
4jähriger	29 ,,
Erwachsener	42 ,,

Die von Engel gewonnenen Zahlen sind eigentlich die Distanzen der Jochkieferrinnen. Ich nahm als hintere Oberkieferbreite die Distanz der inneren Lamellen des Alveolarfortsatzes an: meine Zahlen ergeben als Wachsthumsexponenten 1 : 1,6 (Neugeborner : Erwachsenem). Allein hierbei ist zu beachten, dass die für den Neugebornen gefundene Zahl im Vergleich zu den übrigen ältern Schädeln zu gross ist. Beim Neugebornen sind nämlich noch keine Backenzähne vorhanden, deren Hervorbrechen die innere Lamelle des Alveolarfortsatzes nach innen drängt. Diese an sich klare Auseinandersetzung findet eine Bestätigung darin, dass beim 1½jährigen, wo die Backenzähne gerade erscheinen, die betreffende Entfernung nur 25 Mm. beträgt, also geringer ist als beim Neugebornen, obwohl der Schädel in allen seinen Durchmessern gegen den des Neugebornen eine beträchtliche Vergrösserung erfahren hat. Es lässt sich daraus der sicher gerechtfertigte Schluss ziehen, dass man den Wachsthumsexponenten der hinteren Oberkieferbreite grösser annehmen darf, als das oben angeführte Verhältniss ausdrückt, also grösser als 1 : 1,6.

Gehen wir nun gleich zur Betrachtung des Breitenwachsthums des Keilbeins über, so ergeben sich gegen den Oberkiefer sehr wesentliche Unterschiede. Welcker, der das Wachsthum der Schädelknochen hauptsächlich den Nähten vindicirt, führt beim interstitiellen Knochenwachsthum auch das Keilbein an, indem er sagt, dass die *for. spinos.* vom 6. Jahre bis zur vollendeten Entwicklung um 14 Mm. auseinanderrücken, ohne dass während dieser Zeit irgend eine Naht oder Fuge zwischen ihnen sich offen findet[1]. »Dass die Stellen der *for. spinosa* durch interstitielle Knochenanbildung auseinandergeschoben würden, könnte vielleicht vermuthet werden. Aber wenn man erwägt, dass die gesammte Breite des Keilbeins in der Linie der *for. spinos.* während der fraglichen

1) a. a. O., p. 9 u. 10.

Wachsthumsperiode nur um 18 Mm. wächst, die *sutura spheno-temp.* aber nach ihrer ganzen Beschaffenheit sehr wohl geeignet erscheint, in jener Zeit jederseits 9 Mm. Knochenrand an die Keilbeinflügel anzubilden, so wird es sehr unwahrscheinlich, dass jener Breitendurchmesser sich interstitiell um 14 Mm., vermöge Nahtwachsthums aber jederseits nur um 2 Mm. vergrössert haben sollte. . . . Jene Wanderung dürfte wesentlich eine Wirkung der *art. mening. med.* sein, die mit dem Wachsthum der Weichtheile mehr und mehr auseinander rückend, einen stärkern Druck auf den äusseren als auf den inneren Rand des *for. spinos.* ausüben, so dass am äusseren Rande jenes *for.* fortwährend Resorption, am inneren Neubildung von Knochen stattfindet.«

Diese Auseinandersetzungen machen ein beträchtliches interstitielles Knochenwachsthum des Keilbeins jedenfalls höchst unwahrscheinlich. Ich mass daneben noch die Entfernung der *for. ovalia* des Keilbeins und fand folgende Zahlen:

Entfernung der *for. ovalia* des Keilbeins:

Neugeborner	48 Mm.
1½ jähriger	56 ,,
4 jähriger	62 ,,
Erwachsener	65 ,,

Vergleicht man diese Zahlen mit einander, so ergiebt sich ein Wachsthumsverhältniss des Neugebornen zum Erwachsenen 1 : 1,35. Berücksichtigt man dazu noch die oben citirten Auseinandersetzungen WELCKER's, die allerdings für das *for. ovale* geringere Geltung haben dürften, so wäre das Verhältniss ein noch kleineres.

Ich glaube, dass aus diesen Zahlenangaben eine verschiedene Wachsthumsenergie des Oberkiefers und des Keilbeins im Breitendurchmesser des Schädels gefolgert werden kann. Ersterer zeigt zwischen Neugebornen und Erwachsenen das Wachsthumsverhältniss 1 : 1,7, letzterer 1 : 1,35.

Mit diesen beiden Knochen stehen die Flügelfortsätze in der innigsten Verbindung. Das natürliche Verhältniss wäre wegen der festen Verwachsung mit dem Keilbein, zu dem ja die Flügelfortsätze als Theile gehören, dass dieselben dem Breitenwachsthum desselben folgten. Dies ist auch in der That der Fall an all den Punkten, wo nicht andere Ursachen auf die Flügelfortsätze einwirken. Nun stehen aber dieselben an ihrem vorderen Umfange mit dem Oberkiefer [1]) in inniger Verbindung und werden demselben bei seinem Breitenwachsthum folgen müssen. Will man hier auch nicht an ein rein mechanisches Hinausdrücken durch den Ober-

1) resp. dem Gaumenbeine (*proc. pyram.* und hinterem Rande der *pars perpendic.*): Dass ich immer den Oberkiefer anführe, dürfte aus verschiedenen Gründen zu rechtfertigen sein.

kiefer denken, so muss man sich doch vergegenwärtigen, dass durch den Druck der Schleimhaut der hinteren Partie der Nasenhöhle jedenfalls ein mechanisches Moment gegeben ist, das die Flügelfortsätze an dem Breitenwachsthum des Oberkiefers Theil zu nehmen zwingt.

Berücksichtigt man den Effect, der durch diese beiden Kräfte auf die Flügelfortsätze schliesslich hervorgebracht wird, so muss man die Stellungsänderung der Flügelfortsätze so auffassen, dass dieselben gleichsam eine Drehung um ihre von oben nach unten verlaufende Achse erfahren. Indem nämlich der vordere Umfang ein stärkeres Breitenwachsthum zeigt als der hintere, zeigen sich die Flügelfortsätze in verschiedenen Altern in Stellungen, wie sie durch eine solche Achsendrehung hervorgebracht werden.

Diese aprioristischen Behauptungen, die hier leider als solche vorangestellt werden müssen, während sie in der Untersuchung sich als Folgerungen ergaben, haben folgende Thatsachen für sich.

Vor Allem sind die Entfernungen des vorderen und hinteren Umfanges der Flügelfortsätze in dem oben angedeuteten Sinne verschieden. Messungen über die Entfernung der hinteren Kanten der beiden *laminae* der Flügelfortsätze ergeben folgende Zahlen:

Entfernung der *laminae externae* der *processus pterygoidei:*
(in der Mitte der Höhe gemessen)

7monatlicher Fötus	22
Neugeborner	34
1½jähriger	37
4jähriger	45
Erwachsener	45

Entfernung der *laminae internae* der *processus pterygoidei:*
(an der Ansatzstelle der *tuba Eust.* gemessen)

7monatlicher Fötus	13,5
Neugeborner	20
1½jähriger	20
4jähriger	24
Erwachsener	26,5

Ich reihe hier gleich die Entfernung des vorderen Umfanges der Flügelfortsätze an. Messsungen ergaben mir folgende Zahlen:

Breite der hinteren Nasenöffnung (vorderer Umfang der *proc. pteryg.*):

7monatlicher Fötus	10 Mm.
Neugeborner	17 „
1½jähriger	17 „

4jähriger	. . . .	20 Mm.
Erwachsener	. . . .	26 „

Diese Zahlen, die für die Entfernung der *processus pterygoidei* an ihrem vorderen Umfange das Wachsthumsverhältniss 1:1,5, an ihrem hinterem Umfange 1:1,3 ergeben, beweisen deutlich eine solche Drehung der Flügelfortsätze um ihre von oben nach unten verlaufende Achse. Dass die Entfernung der *proc. pterygoidei* an ihrem vorderen Umfange den Wachsthumsexponenten des Oberkiefers (1:1,7) nicht ganz erreicht, wird wohl Niemand als Grund gegen die obige Erklärungsweise ansehen. Als nothwendige Folgerung der nun gewonnenen Resultate erscheint die Forderung, dass die Platten der Flügelfortsätze in verschiedenen Altern eine verschiedene Stellung zur Medianebene des Schädels einnehmen. Dies ist in der That der Fall: beide Platten zeigen nämlich in den Jugendstadien eine bedeutende Schiefstellung in der Art, dass die beiden gleichartigen jeder Seite sehr stark nach vorn convergiren, welche Schiefstellung sich im Laufe der Entwicklung so ändert, dass eine der Medianebene des Schädels fast parallele Lage resultirt. Es entspricht diese Stellungsänderung den obigen Aufstellungen. Durch das eigenthümliche Wachsthum der Flügelfortsätze sind die hinteren Partien derselben fixirt, während die vordern auseinanderrücken, indem sie gleichsam in einem Kreisbogen nach aussen rotiren.

Bei den *laminae internae* gestaltet sich das Verhältniss so, dass die schliessliche Stellung als eine der Medianebene parallele bezeichnet werden darf. Bei einigen Schädeln steigt diese Lageveränderung selbst bis zur geringen Convergenz nach hinten. Aus den oben (p. 179) angeführten Zahlen wiederhole ich hier die Angabe, dass die Distanz des vorderen und hinteren Umfanges der Flügelfortsätze beim Erwachsenen gleich ist (26 und 26,5): beim Neugebornen dagegen verschieden in dem für unsere Behauptung sprechenden Sinne (17 und 20). Die Winkel, die die innere Platte mit der Medianebene des Schädels bildet, habe ich nicht gemessen, da bei der Krümmung der inneren Platte eine genaue Feststellung desselben nicht wohl möglich, in anderer Hinsicht aber nur dann wünschenswerth wäre, wenn aus dem gleichzeitigen Maasse des Längsdurchmessers [1]) der *lamina interna* (Länge der horizontalen Schnittfläche) das Einwärtsrücken der hintern Kante der *lamina interna* zur Controle berechnet werden könnte. Bei dem geringen Zutrauen indess, das man solchen Berechnungen (nicht ganz mit Unrecht) schenkt und bei der geringen Berechtigung, mathematische Formeln auf Messungen auszudehnen, deren Material so spärlich ist, dass sie kaum die allgemeinsten Schlüsse erlauben, musste ich auf eine solche Behandlung des Stoffes verzichten.

1) in Bezug auf den Längsdurchmesser des Schädels so genannt.

Die oben erwähnte Schiefstellung ist sehr ausgesprochen bei der *lamina externa*, die zugleich schon an jugendlichen Schädeln eine sehr bedeutende Entwicklung in der Ausdehnung nach hinten zeigt, so dass sie wirklich »flügelförmig« nach hinten und aussen ragt. Doch ist beim Erwachsenen diese Platte immer noch in einem merklichen Winkel zur Medianebene des Schädels gestellt, obwohl eine allmählige Verkleinerung desselben leicht festzustellen ist. Genaue Winkelmessungen habe ich auch hier nicht gemacht.

Ich will an dieser Stelle noch die Bemerkung einfügen, dass an den jugendlichen Schädeln die innere Platte eine viel geringere Entwicklung nach hinten zeigt, als die äussere Platte, so dass letztere die erstere um 3—4 Mm. nach hinten überragt. Beim erwachsenen Schädel zeigen beide meist die gleiche Ausdehnung nach hinten, doch sah ich auch erwachsene Schädel, bei denen die äussere Platte die innere noch um 2 Mm. überragte. — Darf man wohl den Grund dieser Vergrösserung der Oberfläche der inneren Platte in der Entwicklung der an den Flügelfortsatz sich ansetzenden Muskeln suchen: wie Fick[1]) sagt, »dass die nach der Peripherie des Knochens hinauswachsenden Muskeln die entsprechenden Befestigungen an den *matrices* der betreffenden Knochen ebenfalls mit hinaus schieben«? —

Eine weitere, für unsere Untersuchung wichtigere Lagerungsveränderung, die der Flügelfortsatz erfährt, bezieht sich auf den von Betz[2]) so genannten Keilbeinflügelwinkel, d. i. »der Winkel, den der *proc. pteryg.* zum Körper des Hinterhauptbeins und Keilbeins bildet«. Virchow[3]) ändert diese Darstellungsweise dahin ab, »dass keineswegs die Stellung der *proc. pteryg.* zu dem hinteren Keilbeinkörper, zu dem sie doch gehören, eine so variable ist, sondern nur im Verhältniss zum Körper des Occipitalwirbels. Seine (Betz's) Beobachtung ist daher auch nur so zu deuten, dass die Stellung des hinteren Keilbeinkörpers mit sammt den daran hängenden *proc. pteryg.* zum Occipitalkörper sich ändert und dass mit dieser Anordnung auch das Vor- oder Zurücktreten der Kiefer zusammenhängt«. Da ich nur macerirte Schädel[4]) und auch keine Durchschnitte zur Verfügung habe, so kann ich die von Betz gewonnenen Resultate, die ich gerne noch für andere Lebensalter ergänzt hätte, hier nur einfach wieder geben. Es beträgt nämlich dieser Winkel beim Neugebornen 110—115°, beim Erwachsenen 70—80°. Betz hat zur Erklärung dieser Erscheinung die Ausbildung der Zähne und des Schädels herbei-

---

1) Fick, Ludwig, Ursachen der Knochenformen, Göttingen 1857, p. 11.

2) Betz, Fr., Physiologisch-pathologische Untersuchungen über Deformitäten der menschlichen Kiefer. Zeitschrift für rationelle Medicin. N. F. B. II.

3) Schädelgrund, p. 72.

4) An diesem findet durch Schrumpfung leicht eine Aenderung des Winkels statt.

gezogen. Ueber ersteren Punkt sagt er: »Es bildet der Alveolarfortsatz zur Zeit, wo die hintersten Backenzähne sich noch nicht entwickelt haben, einen nach unten und hinten leicht convexen Bogen. Wie nun die hintersten Zähne sich entwickeln und in das Niveau der anderen treten, so gleicht sich der Bogen aus. Die flügelförmigen Fortsätze aber werden durch den herabsteigenden Zahn nach hinten gedrückt, der Winkel kleiner«. Als triftigen Beweisgrund führt BETZ die Beobachtung an, dass im Greisenalter der Keilbeinflügelwinkel 90—100 ⁰ misst und bemerkt dazu: »Die Vergrösserung des Winkels nach Verlust des Zahnrandes und seiner Zähne, also nach aufgehobenem Drucke schreibe ich der Elasticität des Knochens zu«. — In Bezug auf den Einfluss, den die Entwicklung des Schädels auf den Keilbeinflügelwinkel äussert, führt BETZ die Bemerkung an [1]), dass bei prognathen Schädeln (Malayen und Negern) derselbe grösser sei als bei orthognathen, indem er bei denselben 90—95 ⁰ beträgt; hierzu giebt er [2]) die Erklärung, dass, wenn der Vorderhauptswirbel, das Stirnbein, nach hinten gedrängt, abgeflacht sei, die Seitenwandbeine und mit diesen die grossen Flügel des Keilbeins nach hinten gedrängt werden, während die flügelförmigen Fortsätze am untern freien Ende mehr nach vorne rücken. Daher kommt es dann auch, dass die Völker, die sich durch die flache Stirne, durch nach hinten gedrängtes Vorderhaupt auszeichnen, einen so grossen Keilwinkel der *processus pteryg.* besitzen. Da nun, schliesst BETZ weiter, diese Schädelbildung bei den Prognathen gewiss vor der Zahnentwicklung existirt, so müssen wir annehmen, dass das Vorstehen der Zähne von dem grossen Winkel der flügelförmigen Fortsätze herrührt und letzterer nicht von der Zahnbildung.« Diese Bemerkungen von BETZ, die sehr gut und scharfsinnig sind, finden ihre Begründung erst durch das von VIRCHOW gefundene eigenthümliche Wachsthumsverhältniss zwischen Hinterhaupt- und Keilbein. Ich habe schon oben von der langen knorpeligen Persistenz der Sphenobasilarfuge und der durch die besondere Wachsthumsenergie der oberen Partien dieser Fuge begründeten Stellungsänderung zwischen Keilbein und Hinterhauptsbein gesprochen. VIRCHOW [3]) zieht daraus folgenden Schluss: »Senkt sich das Keilbein, wird also der Winkel, den sein Längsdurchmesser mit dem des Occipitalkörpers macht, kleiner, so rücken die *proc. pteryg.* nach hinten, das *rostrum* tritt weiter nach unten, die *alae magnae* rotiren mehr nach vorn. Das ganze Gesicht wird dadurch genöthigt, in der Ebene der Nasenscheidewand eine Rotation nach unten und vorn zu machen. Entwickelt sich dagegen das Keilbein mehr in der Richtung nach vorn und oben, wird der Winkel seines Längsdurchmessers zu dem

1) a. a. O., p. 54.
2) a. a. O., p. 56.
4) Schädelgrund, p. 71.

des Hinterhauptbeins grösser, so rotiren die *proc. pteryg.* nach vorn, das *rostrum* weiter nach oben, die Spitzen der *alae temporales* mehr nach rückwärts, die Stirne tritt zurück, Jochbogen und Oberkiefer schieben sich vorwärts.« In diesen wenigen Sätzen sind die hierher bezüglichen Veränderungen in unerreichbarer Klarheit geschildert, die jede weitere Bemerkung überflüssig macht.

Ich habe jetzt noch von der Grösse des Flügelfortsatzes (von der Basis zur Spitze gemessen) und des Oberkiefers, beziehungsweise der Höhe der hinteren Nasenöffnung zu sprechen. Die Höhe des *processus pterygoid.* mass ich an der äusseren Platte vom *for. ovale* bis zur Spitze. Es ergiebt diese Messung folgende Zahlen:

Höhe des *processus pterygoides:*

Neugeborner	13
1½jährger	18
4jähriger	19
Erwachsener	32

Ich reihe hier gleich die Höhe der hinteren Nasenöffnung an. Dieselbe beträgt:

Höhe der hinteren Nasenöffnung (vom *proc. vagin.* des *proc. pteryg.* bis zum oberen Rande des harten Gaumens gemessen):

Neugeborner	8
1½jähriger	14
4jähriger	13
Erwachsener	25

Die Zahlen, die Engel als vordere Kieferhöhe anführt, zeigten viel bedeutendere Differenzen als die hinteren Kieferhöhen. Engel misst als vordere Kieferhöhe die Senkrechte, die er von der Verbindungslinie der *marg. orbit. inferiores* auf die *spina nasalis anterior* fällt[1]). Er führt die Zahlen an:

Vordere Kieferhöhe:

Neugeborner	2,75
2—14 Jahren	11,75
Erwachsener	20,0

Diese drei Tabellen ergeben ganz ungewöhnlich grosse Wachsthumsexponenten. Ich bin weit entfernt, hierzu erklärende Bemerkungen zu geben, wenn ich auch damit nicht ausschliesse, dass ich die von Engel

1) a. a. O., p. 22 u. 23.

(auf p. 24 ff. seines oben citirten Werkes) angeführte Theorie nicht anerkennen will. Ich will hier nur an den Gedanken erinnern, der in der oben (p. 182) von Virchow citirten Stelle ausgedrückt ist und den ich wiederholt berührt habe, an die Senkung des Keilbeins durch das Wachsthum der Sphenobasilarfuge. Der Umstand, dass die vordere Kieferhöhe ein viel beträchtlicheres Wachsthum zeigt als die hintere, erlaubt die Vermuthung auszusprechen, dass auch der Oberkiefer dem nach unten und hinten wirkenden Druck der obenerwähnten Knorpelfuge folgt und dass der vordere Theil des Kiefers, der den grösseren Bogen bei dieser Rotation nach unten beschreibt, auch ein um so viel grösseres Wachsthum zeigt. — Ich brauche hier kaum die Bemerkung beizufügen, die eigentlich aus den oben citirten Zahlen schon von selbst hervorgeht, dass an den jugendlichen Schädeln der *proc. pteryg.* den Oberkiefer nach unten überragt, während er beim erwachsenen Schädel von diesem überragt wird.

Endlich führe ich nur der Vollständigkeit halber an, dass der Oberkiefer in der Gaumenlinie nach Welcker keine abnorme Vergrösserung zeigt, sondern dem Wachsthumsgesetze des Schädels überhaupt folgt.

Bevor ich nun zur Tube selbst übergehe, will ich erst die gegenseitigen Lageveränderungen der beiden Ansatzpunkte besprechen und werde ich dies in Bezug auf die drei Durchmesser des Schädels thun.

Im Höhendurchmesser des Schädels sind die Veränderungen einfach. Die Felsenbeinpyramide rückt allmählig etwas höher, dagegen zeigt der Flügelfortsatz die beträchtliche Vergrösserung und die Veränderung des Winkels an der Basis: zugleich erfährt die hintere Nasenöffnung eine so bedeutende Höhenzunahme. Während darum beim Neugebornen die untere Fläche der Pyramide fast in demselben Niveau mit dem harten Gaumen liegt, steht letzterer beim Erwachsenen um Vieles (25 Mm. p. 183) tiefer als die Pyramide. In den beiden andern Durchmessern des Schädels ist diese Untersuchung etwas weniger einfach, aber ebenso bestimmt ausdrückbar. Vor Allem messe ich zur Feststellung dieser Verhältnisse die Entfernung der beiden knöchernen Tuben (Ansatzpunkte der Tuben an den Pyramiden) und dann die Entfernung des *proc. pterygoides* von der knöchernen Pyramide (Ansatzpunkte einer Seite).

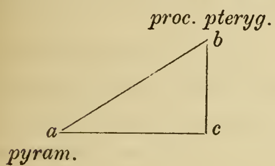
Entfernung der knöchernen Tuben:

Neugeborner	33
$1\frac{1}{2}$jähriger	45
4jähriger	51
Erwachsener	60

Entfernung der beiden Tubenansatzpunkte einer Seite:

Neugeborner	14
$1\frac{1}{2}$jähriger	19
4jähriger	20
Erwachsener	26

Betrachtet man die Entfernung der Tubenansatzpunkte (von denen ich den *processus pterygoides* mit *b*, die Pyramide mit *a* bezeichnen) als die Hypothenuse eines rechtwinkligen Dreiecks, so stellen die beiden Katheten (*bc* u. *ac*) die Entfernungen der beiden, einmal auf die Medianebene, dann auf die Transversalebene projicirten Ansatzpunkte dar. Die Katheten dieses Dreiecks ergiebt eine einfache Rechnung. Dieselben geben einen genauen Ausdruck der Stellungsveränderungen, die die beiden fraglichen Knochenpunkte erfahren. Deutlicher wird indess das Verhältniss, wenn man den Winkel berechnet, den die Tube zur Medianebene des Schädels bildet.



	Kathete *bc*	Kathete *ac*	Winkel *abc*
Neugeborner . .	12,5	7	30°
$1\frac{1}{2}$jähriger . .	13,8	13	43° 10′
4jährig . . .	15,1	13	40° 32′
Erwachsener . .	19	17	40° 50′

Betrachtet man diese Zahlen etwas näher, so ist die Vergrösserung auffallend, die die Kathete *ac* erfährt: es ist dieselbe sofort klar, wenn man die geringe Distanzänderung der hinteren Kanten der *lamina interna* gegen das viel bedeutendere Auseinanderrücken der beiden Felsenbeinpyramiden vergleicht. Besonders von Interesse ist die Vergrösserung des Winkels, den die Hypotenuse (*ab*) mit der Medianebene des Schädels bildet. Die verschiedene Winkelstellung des *proc. pteryg.* (cf. p. 181) und die Annäherung des Keilbeins an die Felsenbeinpyramide (p. 175) zusammengenommen mit der schon besprochenen Vergrösserung der Kathete *ac* sind die Erklärung dazu, wenn es überhaupt nach dem Vorausgehenden noch dieser Bemerkungen bedarf.

Die Veränderungen, die die Lage der Tuba selbst erfahren, lassen sich jetzt leicht bestimmen.

In Bezug auf die Lagerung in der Horizontalebene des Schädels ist eine Aenderung nicht sicher festzustellen. Man könnte allenfalls aus den Knochenverhältnissen heraus construiren, dass beim Neugebornen die Tuba genau in der Horizontalebene läge, später aber hinten höher, vorne

tiefer sich lagerte. Dafür spricht auch die Beobachtung, dass an der Felsenbeinpyramide in allen Altern die knorpelige Tuba unmittelbar an die knöcherne sich anschliesst, also dem Knochen hart aufliegt, während das *ostium pharyngeum* in verschiedenen Altern in verschiedener Höhe unter dem *proc. vaginalis* des Flügelfortsatzes liegt. Diese Entfernung (vom *proc. vaginalis* zum *ostium pharyngeum tubae*) beträgt beim Neugebornen etwa 6 Mm. und wächst allmählig bis etwa 10 Mm. Die Präparate weisen nun auch ein solches Senken der vordern Partie nach, das aber jedenfalls nicht bedeutend ist.

Beträchtlicher sind die Veränderungen in Bezug auf den Winkel, den die Tuba mit der Medianebene des Schädels bildet. Die Tuba richtet sich hierin fast ganz genau nach ihren Anheftungspunkten, die ich oben (p. 185) schon besprochen habe. Ueber die Anheftungsweise an die *lamina interna* muss ich hier nur noch erwähnen, dass das *ostium pharyngeum* nicht unmittelbar der hinteren Kante der *lamina interna* anliegt, sondern in einer Entfernung steht, die beim Neugebornen 5 Mm. beträgt und beim Erwachsenen bis auf 9 steigt. Daraus folgt, dass der Winkel, den die Tuba zur Medianebene des Schädels bildet, grösser ist, als er oben (p. 185) für die knöchernen Ansatzpunkte angegeben wurde. Derselbe mag beiläufig — die genaue Feststellung hat kein Interesse und geringe Zuverlässigkeit — vom Neugebornen bis zum Erwachsenen von 30 ⁰ bis zu 45 ⁰ steigen.

Die wichtigste Veränderung ist die, die ich jetzt noch zu besprechen habe, die Erhebung der Tubenmündung über das Niveau des harten Gaumens. Da die Veränderungen an den Knochen jetzt klar sind, so müsste bei der Annahme, dass die Tuba genau der Schädelbasis anliegt, das *ost. pharyngeum* also genau auf dem *proc. vaginalis* aufliegt, die Tuba um die ganze Vergrösserung der hinteren Nasenöffnung sich über das Niveau des harten Gaumens erheben. Richtiger gesagt, wäre das Verhältniss so, dass die Tuba ihre ursprüngliche Lage behält und der harte Gaumen sich senkt. In der Art glaube ich, ist auch wirklich diese Erhebung der Tubenmündung aufzufassen: nur ist die Ausdehnung dieser Lageveränderung nicht so bedeutend, als die der knöchernen Ansatzpunkte, durch die Anheftungsweise wieder modificirt. Die Tuba ist nämlich mit einer ziemlich derben Bindegewebsschicht an die Schädelbasis angeheftet, deren Dicke jedoch wegen der unregelmässigen Oberfläche der Schädelbasis nicht genau bestimmbar ist. Im Mittel mag sie beim Neugebornen etwa 4 Mm. betragen und steigt bis etwa 7 Mm. beim Erwachsenen. Die Anheftungsstelle der Tuba an der *lamina interna* des *proc. pteryg.* liegt etwa an der Grenze zwischen oberem und mittlerem Drittel: beim Neugebornen etwa 3 Mm., beim Erwachsenen etwa 8 Mm. unter dem horizontalen *proc. vagin.* Die pharyngeale Tubenmündung aber steht tiefer als diese

Anhaftungsstelle und ein vom oberen Rande der Tuba sich fortziehender Bindegewebsstrang stellt die Verbindung her. Die Dicke der oberen Tubenwandung an ihrer Ausmündungsstelle ist beim Neugebornen gering, höchsten 3 Mm., um Vieles beträchtlicher dagegen beim Erwachsenen, wo Bindegewebe und Tubenwandung, deren Grenzen sich nicht genau feststellen lassen (also Entfernung des *ost. pharyngeum* vom *proc. vagin.*), wohl 10 Mm. betragen. So kommt es, dass, wie schon oben (p. 186) erwähnt wurde, beim Neugebornen die Tubenmündung etwa 6 Mm., beim Erwachsenen etwa 10—12 Mm. unter dem *proc. vagin.* liegt. Beim Neugebornen tritt sie damit in das Niveau des harten Gaumens, beim Erwachsenen erhält man wegen der Höhe der hinteren Nasenöffnung den beträchtlichen Höhestand über dem harten Gaumen. Berücksichtigt man nun noch, dass die oben für die getrockneten Knochen gefundenen Zahlen hier nicht in ihrer ganzen Grösse in Rechnung gezogen werden dürfen wegen der die Knochen bedeckenden Weichtheile, Periost, Bindegewebe, Schleimhaut, so erhält man Zahlen, die der Wirklichkeit sehr genau entsprechen.

Es werden sich daraus wohl einzelne Consequenzen für das Katheterisiren der Eustachischen Röhre ziehen lassen. Darauf indess kann ich nur ganz allgemein eingehen, den Praktikern das Weitere überlassend. v. Tröltsch beschreibt die Methode so, dass der mit nach abwärts gerichteter Spitze eingeführte Katheter, wenn er durch Manipulationen, die hier füglich übergangen werden, in die Gegend der Tubenmündung gebracht ist, dann durch eine Dreiachtelsdrehung in die Höhe derselben gelangt. Dazu bemerkt v. Tröltsch [1]), dass in einzelnen seltenen Fällen der Katheter nur soweit gedreht werden könne, dass der Ring horizontal gerade nach aussen ($^1/_4$-Drehung), oder selbst etwas nach abwärts steht. Diese seltenen Fälle, glaube ich, beziehen sich auf jugendliche Individuen. Es ist mir unwahrscheinlich, dass bei einem Erwachsenen die Tubenmündung öfter im Niveau des harten Gaumens liegt, abgesehen natürlich von jenen den ganzen Habitus des Schädels verändernden Bildungsfehlern, wo durch vorzeitige Synostose der Keilbein- und Occipitalnähte die Bedingungen zum Höhersteigen der Tubenmündung abgeschnitten sind. Doch hüte ich mich wohl, bei dem geringen mir zur Verfügung stehenden Material eine ganz sichere Behauptung auszusprechen. Ich muss mich auf diese eine sachliche Bemerkung beschränken, jedenfalls verdient aber diese Lageveränderung ber Tuba bis zu den Pubertätsjahren die volle Beachtung der Otiatriker.

Hier muss ich noch die Beobachtung anfügen, dass die Tubenmündung während des Wachsthums sich der unteren Muschel nähert. Der

---

1) v. Tröltsch, Ohrenheilkunde, p. 76.

Grund liegt in der Rotation des Oberkiefers nach hinten und unten, wodurch die unteren Theile der Nasenhöhle bedeutend nach hinten verschoben werden. Durch das bedeutende Wachsthum des Oberkiefers wird die Nasenhöhle erweitert, woraus sich die Beobachtung erklärt, dass der untere Nasengang, der beim Neugebornen und in den ersten Jahren sehr eng ist, beim Erwachsenen ziemlich geräumig wird.

Erklärung der Abbildungen.

Die beigegebenen Zeichnungen (1—5) sind Originalzeichnungen nach Sagittalschnitten, die, etwas seitlich von der Mittellinie, die Nasenhöhle eröffnen. Die Bezeichnung ist für alle gleichmässig und bedeuten die Buchstaben: *o. t.* = *ostium* (*pharyngeum*) *tubae*; *c. i.* = *concha inferior*; *m. n. i.* = *meatus narium inferior.* 1 (16 mal vergröss.) ist von einem 4monatlichen Fötus, 2 (4 mal vergr.) von einem 7monatlichen Fötus, 3 (4 mal vergr.) vom Neugeborenen, 4 (natürl. Gr.) aus dem 4. bis 5. Jahre, 5 (nat. Gr.) Erwachsener (Weib von 30 Jahren).

Corrigenda.

Seite 4, Z. 22 statt 〰〰 — ‿⁀‿
,, 5, Z. 40 statt aufsteigendenden — aufsteigenden.
,, 16, Z. 16 statt Verwulstung — Vorwulstung.
,, 16, Z. 22 vom »ostium« bis zu »velum« die Worte zu streichen.
,, 18, Z. 20 statt christa — crista.
,, 18, Z. 33 statt jederseit — jederseits.
,, 29, Z. 10 statt Grunglagen — Grundlagen.
,, 32, Z. 29 statt Wichtigkeit — Mächtigkeit.
,, 81, Z. 6 statt etwas — etwa.
,, 83, Z. 30 statt obiquomamillares — obliquomamillares.
,, 87, Z. 13 statt nigrificus — nigrifrons.
,, 88, Z. 28 statt intratransversarium — intertransversarium.
,, 90, Z. 17 statt intratransversarium — intertransversarium.
,, 93, Z. 38 statt Retziùe — Retzius.
,, 106, Z. 33 statt musste — müsste.
,, 118, Z. 41 statt costcavertebralis — costovertebralis.
,, 130, Z. 1 statt vedickt — verdickt.
,, 131, Z. 22 statt die — den.
,, 161, Z. 15 statt Monotromata — Monotremata.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

VI.

Zur Morphologie des Labyrinthes der Vögel

von

Dr. C. Hasse.

Mit Tafel IX. X.

Die Abhandlungen, welche ich hiemit der Oeffentlichkeit übergebe, bilden den Abschluss der Arbeit, die ich seit so langer Zeit dem Gehörorgan der Wirbelthiere gewidmet, und ich glaube um so mehr einstweilen die Feder auf diesem Gebiete ruhen lassen zu dürfen, weil ich jetzt, wie es von Anfang an mein Plan, bis zur Schnecke der Säugethiere und des Menschen hinauf zu einer einheitlichen Anschauung des Baues dieses wichtigen Sinnesorganes gekommen bin, weil es mir gelungen das Typische in der Gestaltung desselben nachzuweisen und vor allem mit Bezug auf die Endigungen des *nervus acusticus* so weit zu dringen, dass ich im Stande bin ein einfaches Gesetz dafür aufzustellen, ein Gesetz, welches ich trotz mangelnder eigener Untersuchungen in der menschlichen und Säugethierschnecke auf diese a priori übertragen möchte. Vom vergleichend anatomischen Standpunkte aus erscheint es nicht wahrscheinlich, dass, während das Gesetz auf alle Theile des Gehörapparates der übrigen Wirbelthiere und auf *vestibulum* und Ampullen der Säuger anwendbar, dasselbe hier eine Ausnahme erleiden sollte, um so weniger, weil das Homologon dieses Organs in den wesentlichen Einzelheiten bis zu den niedrigsten Wirbelthieren herunter sich nachweisen lässt. Man möge nun aber aus dem Vorhergehenden nicht entnehmen, dass ich die Möglichkeit eines andern Verhaltens absolut ausschliesse, ich sage nichts weiter, als es ist mir wahrscheinlich, dass die Nervenendigung des *acusticus* in allen Theilen des Gehörapparates bei allen Wirbelthieren sich gleich verhalte und

zu beweisen vermag ich es bis zu der höchsten Classe hinauf. Darin liegt der Schwerpunkt dieser, wie überhaupt jeder ausgedehnten vergleichend anatomischen Untersuchung und nichts wäre mehr zu wünschen, als dass die Untersucher des menschlichen häutigen Gehörorgans sich auf den Standpunkt des vergleichenden Anatomen stellten und meine Angaben bestätigend oder verwerfend nach reiflicher Prüfung ein allgemeines Gesetz aufstellten. In der Masse der sich aufdrängenden und mannichfachen Deutungen ausgesetzten Bildern, die man an dem Organe eines einzelnen Individuums bekommt, giebt nur die Betrachtung der morphologischen Verhältnisse der ganzen Classe einen sicheren Leitfaden, und ich vermag so lange nicht einen Abschluss der vorliegenden Frage des Endes der Gehörnerven im Labyrinth der Säuger und des Menschen anzuerkennen, als nicht der Einklang mit den Verhältnissen der anderen Klassen, sei es in meinem, sei es in einem anderen Sinne gefunden.

Ich sagte diese Arbeiten böten einen Abschluss, dies ist jedoch nur in einem sehr beschränkten Sinne selbst für mich richtig, und ich möchte da von vorne herein auf einen Punkt aufmerksam machen, den ich für einen der wichtigsten halte, und den ich kommenden Forschern zur eingehendsten Berücksichtigung empfehle. Mit den mir zu Gebote stehenden Hilfsmitteln bin ich so weit gekommen, dass ich sagen kann, das Ende des *nervus acusticus* tritt an die Stäbchenzellen heran, steht aber mit keinem einzigen anderen zelligen Elemente in Verbindung, allein besseren optischen Hülfsmitteln wird es vorbehalten bleiben zu entscheiden, ob der Nerv am unteren Ende der Stäbchenzelle aufhört, oder in dem Protoplasma bis an die Basis des Verdickungssaumes und des aus ihm hervorgehenden Haares emporsteigt, oder ob er sich frei an der Aussenfläche der Zelle bis zu denselben Theilen hin ausbreitet. Auf diese Punkte werde ich im Laufe der folgenden Schilderungen noch öfter Gelegenheit haben zurückzukommen.

Die Arbeiten, welche ich früher (»Die Schnecke der Vögel« und »der Bogenapparat der Vögel« nebst einem Nachtrage über den Bogenapparat der Säuger) in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XVII veröffentlichte, waren wesentlich darauf berechnet die histologischen Verhältnisse der häutigen Theile aufzuklären, während dagegen die makroskopischen Beziehungen und das knöcherne Labyrinth mehr beiläufig als wirklich eingehend, mehr stiefmütterlich behandelt wurden. Im Laufe weiterer Untersuchungen in anderen Thierklassen trat jedoch die Nothwendigkeit eingehender Berücksichtigung der gröberen anatomischen Verhältnisse immer mehr zu Tage und zugleich stellte es sich immer klarer heraus, dass früher auf diesem Gebiete gemachte Beobachtungen einer vom vergleichend anatomischen Standpunkte ausgehenden, strenge geübten

Kritik gegenüber mindestens zweifelhaft erschienen und daher dringend der Nachuntersuchung bedurften. Dies galt namentlich von der seiner Zeit[1]) ausführlich dargelegten Anschauung, dass den Vögeln nur ein *utriculus* zukäme, und dass derselbe dem *utriculus* und *sacculus* der Säuger entspräche, während sich doch herausstellte, dass bei den niederen Wirbelthierklassen diese Differenzirung mit Entschiedenheit sich geltend machte, und zudem namentlich die Beobachtungen von Breschet[2]) entschieden auf die Trennung von *sacculus* und *utriculus* hinwiesen. In der neuesten Zeit liess dann eine wichtige Arbeit von Schmiedekamm[3]): »Experimentelle Studien zur Physiologie des Gehörorgans mit Zusätzen von Hensen« in welcher laufende Wellen im Gehörorgan sämmtlicher Wirbelthiere angenommen werden, es äusserst wünschenswerth erscheinen, dass von Seiten der Anatomie die Möglichkeit dieses physiologischen Theorems nachgewiesen werde, der Nachweis also, dass bei den Thieren, deren häutiges Gehörorgan rings von einer festeren Kapsel, sei es Knochen, sei es Knorpel umschlossen, an einer Stelle der mehr oder minder starren Wandungen ein *locus minoris resistentiae* der Wellenbewegung den geringstmöglichen Widerstand leiste, ein *foramen rotundum* etwa in dem Sinne, wie es beim Menschen und den Säugern vorhanden, sich finde. Ausserdem waren Punkte von geringerer Wichtigkeit, wie z. B. die Verbreitung der *aquaeductus cochleae et vestibuli* in der Thierreihe zu entscheiden, Punkte, die wenn auch mehr von speciell morphologischem Interesse, dennoch für die Erkenntniss des Zusammenhangs im Bau dieses wichtigen Sinnesorgans und der successiven Fortbildung und Differenzirung desselben von erheblicher Wichtigkeit. Allen diesen Punkten musste die eingehendste Berücksichtigung zu Theil werden, und dass bei einer solchen erneuten Untersuchung, die sich naturgemäss auch auf die histologischen Verhältnisse ausdehnen musste, manche neue Gesichtspunkte auftauchten, die eine Läuterung der bisher geäusserten Ansichten bedingten, ist nur zu begreiflich. Jede neue Arbeit auf diesem Gebiete ist lohnend, und ich halte mich fest überzeugt, dass diejenigen Forscher, welche dieses schwierige Terrain betreten werden, die schönste Ausbeute erzielen, Resultate, die nicht blos für die specielle Erkenntniss dieses Organs, sondern auch für die allgemeine histologische und morphologische Anschauung von Interesse sind.

Das knöcherne Labyrinth der Vögel hat manche und treffliche Be-

1) Der Bogenapparat der Vögel l. c.

2) Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'audition chez les oiseaux Paris 1836.

3) Arbeiten des Kieler physiologischen Instituts.

arbeiter gefunden, unter denen ich vor allem Comparetti [1]) Scarpa [2]) und Breschet [3]) nenne. Des letzteren Arbeit, die die jüngste mir bekannte ausführliche Abhandlung bildet, und an die sich eine ausführliche und kritische Angabe der Literatur des betreffenden Gegenstandes bis auf seine Zeit findet, auf die ich hiermit verweise, bildet die Grundlage meiner Beobachtungen, welcher zu folgen mir ein wahres Vergnügen gewährt, um so mehr, weil ich jetzt einen grossen Theil seiner Angaben in vollem Maasse zu bestätigen vermag. Das Material, welches mir zu Gebote stand ist nur ein auf Taube, Huhn und Gans beschränktes, allein ich glaube, dass darin der Arbeit kein grosser Vorwurf trifft, weil nach den Darstellungen Breschet's, der eine grosse Menge verschiedener Vögel untersucht, die Abweichungen im Bau nicht als wesentliche anzusehen sind, und somit möchte ich die folgende Beschreibung ohne Weiteres, wenn ich auch Modificationen anerkenne, mehr oder minder für alle Klassen der Vögel gelten lassen.

Bevor ich mich nun dazu wende die einzelnen Abtheilungen des Labyrinths mit Bezug auf die darin gelagerten häutigen Theile eingehend zu beschreiben, möchte ich eine Schilderung der Lage desselben mit Bezug auf die Umgebung vorausschicken, da diese in vergleichend anatomischer Beziehung von ungemeiner Wichtigkeit. Von nicht geringem Interesse ist auch die Art und Weise der Verbindung mit der Paukenhöhle, namentlich mit Bezug auf die *fenestra rotunda,* und wenn es auch meine Aufgabe an dieser Stelle nicht erheischt mich ausführlich über alle Theile der Paukenhöhle der Vögel und deren Uebereinstimmung mit denen der Säuger zu verbreiten, so möchten doch einige Punkte besonders hervorgehoben zu werden verdienen.

Die Wandungen und die Kommunicationen des mittleren Ohrs bieten mit Bezug auf ihr Verhalten und ihre Lagerungsweise grosse Aehnlichkeit mit denen der Säuger und des Menschen, welch letzteren ich namentlich ins Auge fassen möchte, und es gelingt nicht unschwer die eine Form aus der andern abzuleiten. Der Beschreibung Henle's [4]), wonach die Höhle des Gehörapparates des Menschen im Grossen und Ganzen betrachtet die Gestalt eines liegenden Y hat, wovon der Theil der Höhle, welcher dem Fusse des Y entspricht, median und vorwärts gerichtet ist, während die beiden divergirenden Schenkel neben einander, jedoch nicht in ganz

---

1) Observationes anatomicae de aure interna comparata.

2) Anatomicae disquisitiones de olfactu et auditu Mediolani 1744.

De structura fenestrae rotundae auris et de tympano secundario anatomicae observationes. Mutinae 1772.

3) l. c.

4) Handbuch der Knochenlehre des Menschen.

gleicher Höhe gelagert sind, ist auch bei den Vögeln zutreffend. Den Fuss des Y von aussen und hinten nach innen und vorne verlaufend (Fig. 7e) bildet auch bei den Vögeln der *canalis tubae*, den einen Schenkel der weite, transversal verlaufende von dem *os occipitale laterale* mit dem *opistoticum* und dem *os sphenobasilare* begrenzte *meatus auditorius externus*, beide in einer Ebene gelagert, während der andere hier freilich sehr kurze nach hinten und etwas nach oben gerichtete den höher gelegenen Eingang in die *pars spongiosa* der Hinterhauptsknochen (*occipitale laterale*, *opistoticum* und *squamosum*) repräsentirt. Der Knotenpunkt dieser drei Schenkel ist das eigentliche *cavum tympani*, dessen Wandungen, wenn auch nicht scharf ausgeprägt, dennoch wie bei den Säugern und den Menschen die Begrenzungen eines dreiseitigen Prismas erkennen lassen. Wir können eine innere hintere, von dem *pro-* und *opistoticum* mit *occipitale laterale*, eine obere, theils von diesen, theils von dem *squamosum* gebildete und eine äussere untere Wand unterscheiden. Die äussere, untere Wand nimmt das von oben, aussen und vorne nach unten, innen und hinten stehende Trommelfell ein, welches bei einigen Vögeln (Huhn) wie bei den höheren Thieren einen eigenen den die Wandung der Paukenhöhle bildenden Knochen angehörenden *annulus tympanicus* besitzt, bei einer anderen Reihe (Gans) seine Anheftung am äusseren Umfang des Paukenhöhlenfortsatzes des Quadratbeins findet. Bei diesen letzteren Thieren, und das ist, wie wir später sehen werden, vergleichend anatomisch ausserordentlich wichtig, wird die obere Wand in dem vorderen Theil von dem flachen Gelenkvorsprung für den *processus tympanicus ossis quadrati* (Fig. 7 b), an dessen Basis oben und etwas nach hinten der Eingang zu den *cellulae mastoideae* sich findet, und durch den Fortsatz selber gebildet, welcher dann auch den Tubeneingang deckt, die im Uebrigen von dem *os sphenobasilare* dem *prooticum* und einem dem *tegmen tympani* der höheren Thiere entsprechenden Knochen gebildet wird, und vor deren Aussen- und Vorderfläche dann oben der *processus muscularis* des Quadratbeins, unten das *os pterygoides* durch eine weite Spalte geschieden vorbeigeht. Die innere auch bei den Vögeln ein klein wenig nach abwärts sehende Wand, die genau genommen von aussen und hinten nach innen und vorne gerichtet ist, hat für uns mit Bezug auf das Labyrinth das grösste Interesse und bei ihr müssen wir aus vergleichend anatomischen Gründen etwas länger verweilen und die Punkte, in denen eine nähere Uebereinstimmung mit den höheren Thierklassen stattfindet, besonders hervorheben.

Ein grosser Theil der inneren Wand der Paukenhöhle namentlich unten wird von einer bald mehr runden, bald mehr ovalen, mit dem längsten Durchmesser von oben nach unten stehenden Oeffnung (*apertura externa*), dem Eingang zum *recessus cavi tympani* (Fig. 1. 2. 5. 7. 8. 10. 11) eingenommen. Dieser Raum, trichterförmig gestaltet, mit der

Basis nach innen, mit der Spitze, der Apertur, nach aussen gerichtet dient zur Aufnahme des Endes der *columella* und zeigt in seinem Grunde das *foramen ovale s. vestibulare* und das *foramem rotundum s. cochleare.* Diese Einziehung der Paukenhöhle zeigt bei den Vögeln zwei Formen, von denen die eine, die ich zunächst schildern will, an das Verhalten bei den Säugern erinnert, während die andere einen ausserordentlich interessanten Uebergang zu den Reptilien und Amphibien zeigt. Repräsentant der einen Form ist das Huhn, bei dem auch das Quadratbein aus dem Bereich der Paukenhöhle fällt, Repräsentant der andern, wenn ich mich so ausdrücken darf, niederen, die Gans, bei der das Quadratbein Beziehungen zum *cavum tympani* zeigt. Die Stellung der äusseren Oeffnung fällt bei allen Vögeln mit der Lage der Paukenhöhlenfläche, an der sie sich befindet, zusammen, jedoch ist ihre Form und Grösse etwas verschieden, je nachdem wir es mit einem unversehrten oder mit einem skelettirten Kopfe zu thun haben. Namentlich bei den Gänsen, an denen ich die eigenthümliche Modification des *recessus* näher studirt, ist die Oeffnung am knöchernen Schädel grösser (vergl. Fig. 3 und 5) und wird erst durch die hinzutretenden Weichtheile verringert, allein auch bei Huhn und Taube ist die Form der knöchernen Oeffnung etwas abweichend, indem sie nach oben hin etwas weiter ausgedehnt, unregelmässig vierseitig erscheint und erst durch die Weichtheile ihre regelmässige Form erhält. Ich werde alsbald auf das wichtige Verhalten dieser Weichtheile zu sprechen kommen. Die Differenzen zwischen den beiden Formen des *recessus* gipfeln darin, dass bei der am höchsten stehenden der Trichterraum knöcherne Wandungen besitzt, während er bei der anderen theilweise durch Weichtheile gebildet wird; sie stimmen darin überein, dass der Raum bei beiden durch eine Membran die *membrana tympani secundaria* in einen oberen vorderen, direkt mit der Paukenhöhle communicirenden (*recessus cavi tympani sensu strictiori*) und in einen hinteren, unteren vom *cavum tympani* abgeschlossenen, dagegen mit der *scala tympani* also mit der Höhle des Labyrinthes frei communicirenden (*recessus scalae tympani*) getheilt wird, von denen der letztere die Hauptmodificationen zeigt.

Betrachten wir ausgehend zunächst von den Verhältnissen am skelettirten Kopfe die erste Form, da wie erwähnt dieselbe den Säugern und Menschen am nächsten steht, um von da ausgehend die Modificationen in der zweiten Reihe zu verstehen, so sehen wir, dass die Tiefe der Einsenkung, deren Grund oben von dem durch die Platte der *columella* verschlossenen eirunden Fenster (Fig. 1 c und 11) eingenommen wird, nicht überall die gleiche ist und daraus resultirt vor allem eine veränderte Stellung des eirunden Fensters gegenüber der mit der inneren Paukenhöhlenwand in gleicher Richtung von aussen und hinten, nach innen und vorne stehenden äusseren Oeffnung des *recessus*. Es lagert dasselbe mehr in der Sagittal-

ebene des Schädels. Daraus folgt, dass im Bereiche des *foramen ovale s. vestibulare* die Tiefe des *recessus* hinten oben am grössten und von da aus nach vorne und unten allmählig abnehmen muss. Die Stellung der Oeffnung ist freilich nicht genau sagittal, sondern dieselbe sieht gerade wie bei den Menschen ein wenig nach unten. Die Form derselben ist gewöhnlich nicht vollkommen oval, sondern mehr nierenförmig (Fig. 11). Die Längsaxe des Lochs steht von oben und hinten, nach unten und vorne (Fig. 1 c), die Convexität sieht wesentlich nach oben, die leichte Einziehung nach unten. Zuweilen bekommt die ganze Oeffnung die Gestalt eines Eis, die Basis nach oben hinten, die Spitze nach unten vorne gerichtet. Auch das *foramen ovale* der Menschen bietet ja sowohl in seiner Form wie in seiner Grösse ähnliche Verhältnisse dar, und so wie dort läuft auch in dem Umfange desselben bei den Vögeln ein *limbus*. Die untere Begrenzung des *foramen vestibulare* wird durch das Knochenstäbchen (Fig. 11 d) gebildet, welches verbreitert aus dem Ende der hinteren Wand des Trichters oben entspringt und paralell der Längsaxe des *foramen* mit dem Ende der gegenüberliegenden Trichterwandung unten und vorne ebenfalls verbreitert verschmilzt. Das Stäbchen ist ein recht zartes und dünnschaftiges Säulchen. Die obere Wand des knöchernen *recessus*, welche sich dachartig über das eirunde Fenster nach aussen wölbt, wollen wir ebenso wie die hintere noch besonders betrachten, zunächst interessirt uns die untere Wand desselben namentlich mit Bezug auf das *foramen rotundum s. cochleare*.

Die untere, zugleich etwas nach hinten gelagerte Wand ist stark, gleichsam trommelartig nach unten hin ausgebuchtet, wie ich es schon in meiner Arbeit »Die Schnecke der Vögel«[1]), wo ich diese Ausbuchtung als den Anfangstheil der *scala tympani* darstellte, beschrieb. Dies ist im beschränkten Sinne richtig, bedarf aber einer näheren Ausführung. Die Ausweitung des Knochens (Fig. 1, 8 und 11), die am Skelett nach oben hin in der Tiefe ihre Begrenzung im Knochenstäbchen findet, bildet, wie schon vorhin angedeutet, nicht den Boden des mit der Paukenhöhle offen communicirenden *recessus*, sondern dieser wird, und somit stimmen die knöchernen Verhältnisse nicht mit denen im lebenden Zustande überein, von einer Membran gebildet, die als *membrana tympani secundaria* (Fig. 11 c) von dem Knochenstäbchen ausgehend fast bis an den Rand der *apertura externa* sich erstreckt. Ganz ist das hinten unten der Fall, während vorne unten der Rand nicht vollkommen erreicht wird, sondern wie Fig. 11 zeigt frei vorsteht und auf seiner Oberfläche ausgehöhlt erscheint. Diese Membran ist straff ausgespannt und bei kleineren Vögeln sehr zart. Sie spannt sich also von innen, oben, hinten, nach aussen, vorne unten ver-

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XVII.

laufend über die Ausbiegung des knöchernen *recessus* wie ein Vorhang weg und bildet die Decke eines nach aussen hin sich verschmälernden Raums, der der *scala tympani* angehört, von dem Hohlraum der Paukenhöhle und dessen Einziehung im lebenden Zustande geschieden ist, am skelettirten Kopfe aber mit derselben communicirt, und den ich vorhin beiläufig als *recessus scalae tympani*, im Gegensatz zum *recessus* des *cavum tympani* im eigentlichen Sinne des Worts bezeichnete. Er bildet den Beginn der Schneckentreppe und die Knochenausweitung entspricht somit am nächsten dem *promontorium*. Die Membran verschliesst bei dieser Form die *fenestra rotunda s. cochlearis*, die also unter dem eirunden Fenster gelegen von demselben durch das Knochenstäbchen getrennt ist, ebenfalls mehr oval als rund erscheint und auch mit ihrem Längsdurchmesser von oben hinten, nach unten vorne steht (Fig. 1 f.), allein die Begrenzung desselben prägt sich nicht scharf aus und lässt sich nur dann nachweisen, wenn die *membrana tympani secundaria* erhalten. Ist dieselbe zerstört und blickt man dann in den *recessus* hinein, so bekommt man wohl die äussere Oeffnung der Schneckentreppe zu Gesicht, allein will man dieselbe präpariren und trägt Theile der Ausbuchtung des Knochens von aussen nach innen hin ab, so gelingt es nicht das runde Fenster sicher darzustellen, und man kann die ganze Ausbiegung abtragen und somit *foramina cochlearia* in beliebiger Grösse, Richtung und Form darstellen, ohne dass man die wirkliche Oeffnung zu Gesicht bekommt. Diese Beschreibung des runden Fensters des *recessus scalae tympani* und der *membrana tympani secundaria* stimmt nicht vollständig mit der Schilderung Breschet's [1]) überein. Er beschreibt das hier geschilderte Häutchen als *membran du tympan secondaire* und seine Beschreibung stimmt wesentlich mit der so eben gegebenen überein, allein ausserdem erwähnt er noch einer zweiten Membran innerhalb des Raums, die das eigentliche runde Fenster schliessen soll und durch dieselbe wird dann ein von der *scala tympani* getrennter Raum gebildet, der mit Flüssigkeit gefüllt, überall geschlossen ist und den er *tympanum secundarium* nennt. Ich habe eine solche zweite Membran bei dieser Form der Paukenhöhle nie aufzufinden vermocht und kann somit sein *tympanum secundarium* als selbständigen Hohlraum nicht anerkennen. Was die Schleimhaut der Paukenhöhle betrifft, so geht dieselbe als zarte, gefässhaltige Membran in den eigentlichen *recessus* hinein und kleidet die Wandungen desselben aus, schlägt sich im Grunde des trichterförmigen Hohlraums auf die Basis der *columella*, die den oberen Theil des *recessus* einnimmt, über und geht von da über das Knochenstäbchen auf die Membran des runden Fensters. Beim Herausziehen der *columella*, die namentlich bei den Hühnern ziemlich fest in das *foramen vestibulare*

1) l. c.

eingelassen ist, kann man den Schleimhautüberzug des secundären Trommelfells an dem unteren Rande der Basis hängend herausziehen, ohne dass ein Zerreissen der Fasermasse der verschliessenden Membran stattfindet.

Nachdem ich nun so die Verhältnisse des Binnenraums der Einziehung der Paukenhöhle geschildert, wende ich mich zu dem wichtigen Verhältniss der Theile, die zu der Aussenfläche desselben in die innigste Beziehung treten. Es sind das vorzugsweise Nerven und Gefässe. An der Felsenbeinwand der Paukenhöhle des Menschen sehen wir über dem *foramen ovale* und dann hinter demselben weglaufend einen starken Vorsprung, der von dem *canalis nervi facialis* herrührt. Ganz denselben wichtigen Theil sehen wir auch in der Paukenhöhle der Vögel auftreten mit denselben Beziehungen zum *foramen vestibulare* resp. zum *recessus* und mit demselben Verlaufe. Geht derselbe dort mit dem *acusticus* zusammen in den *meatus auditorius internus*, und dann oberhalb desselben in dem blindgeschlossenen Grunde des inneren Gehörganges in den *canalis Fallopiae* nach vorn und aussen über das *vestibulum* bis zur Umbiegungsstelle, und dann über das *foramen ovale* nach hinten, aussen und unten weiter, so ist dasselbe bei den Vögeln der Fall. Als zarter Nerv geht er mit dem dicken *acusticus* nach vorn und oben von demselben (Fig. 4 a) in seinen eigenen Kanal, dann vor dem *vestibulum* (Fig. 2 l) zwischen Schnecke und Bogenapparat nach aussen und vorne bis zum vorderen Umfange der *apertura externa recessus* und somit des eirunden Fensters, oberhalb desselben und des Beginns der *tuba Eustachii* und unterhalb der Mitte der Gelenkverbindung des Quadratbeins sein Knie bildend, um zuerst oberhalb des *recessus* (Fig. 7 f.) und des *foramen vestibulare* und dann nach hinten von demselben (Fig. 2 c.) in einer eigenen Furche der Aussenfläche der Paukenhöhleneinziehung nach unten, aussen und hinten zu verlaufen und zum *foramen stylomastoideum* herauszutreten. Bei den Tauben und Hühnern ist der Kanal in der Paukenhöhle fast überall knöchern verschlossen und nur in seinem Endtheil im hinteren Raum der Paukenhöhle liegt der Nerv oftmals mit seiner Scheide unmittelbar von der Schleimhaut des mittleren Ohrs bedeckt. Von der Umbiegungsstelle, dem *genu*, gehen zwei geschlossene knöcherne Kanäle aus, der eine unterhalb der oberen Gelenkfortsätze des Quadratbeins und über dem Beginn des *canalis tubae* nach vorne und etwas nach oben, der andere anfänglich an der hinteren, inneren Wand der knöchernen Tube (Fig. 2 k und 7 d) nach unten, vorne und innen. Ersterer dient zur Aufnahme eines starken Gefässes, welches sich auch durch die ganze Länge des *canalis Fallopiae* (Fig. 2 i) von der *carotis interna* weit verfolgen lässt, dann vor allem der *chorda tympani* und eines Theils der Jakobson'schen Anastomose, während letzterer einen Zweig des *nervus vidianus* den *petrosus superficialis major* umschliesst.

Die *chorda tympani* entsteht, wie schon PLATNER[1]) richtig hervorgehoben, in dem unteren Theil der *pars descendens canalis facialis* aus demselben Nerven, wie bei den höheren Thieren, läuft als ein sehr feiner Strang mit dem starken Gefässe und schwer von demselben zu isoliren anfangs hinter, dann über die *apertura recessus* das Knie des *facialis* verlassend in den beschriebenen Kanal und wendet sich dicht an die Innenfläche des Quadratbeins angeschmiegt zum dritten Ast des *trigeminus*. Mit der *chorda* verläuft auch ein Ast des *glossopharyngeus,* der *ramus tympanicus,* der von innen her in den unteren Theil des *canalis Fallopiae* hineintretend am Knie des Antlitznerven vorübergehend aus dem Kanal für den *vidianus* Aeste aufnimmt, die wohl den *nervi carotico-tympanici* entsprechen, und dann in dem nach vorne gehenden Kanal sich mit den zwei Aesten verbindet, die als Homologa des *petrosus superficialis minor* sich mit den oberen beiden Aesten des dritten Astes des *trigeminus* verbinden. Der andere Kanal, der von der Umbiegungsstelle des *canalis Fallopiae* ausgehend den beschriebenen Verlauf nimmt, führt also den *nervus vidianus,* der sich wie erwähnt mit einem Aste dem *petrosus superficialis major* mit dem *facialis* verbindet und dann weiter gehend sich dem Kanal der *carotis interna* (Fig. 2 h) anschliesst, in diesen einen Zweig zum *plexus caroticus internus* abgiebt, um sich später im Gaumen zu verbreiten. Die *carotis,* die beim Menschen nur wenig der inneren Wand der Paukenhöhle anliegt, dagegen hauptsächlich an die innere hintere Wand des *canalis tubae* stösst zeigt letzteres Verhalten auch bei den Vögeln, allein sie läuft bei ihnen hinter dem untern Theil der inneren Wand der Paukenhöhle (Fig. 2 h) am Boden derselben weiter nach hinten bis in die Nähe des Endtheils des *canalis Fallopiae,* jedoch etwas mehr dem hinteren Umfange der *apertura externa recessus* genähert, um in diesen das vorhin erwähnte starke Gefäss zu schicken. Dort bekommt sie aus dem oberen Halsganglion des *sympathicus* (Fig. 3 und 5 c), welches dem *glossopharyngeus* (Fig. 3 und 5 d) eng anliegt, starke sympathische Fäden, die den *plexus caroticus* bilden. An der Stelle, wo der *canalis Fallopiae* über dem *recessus* und dem *foramen ovale* verlaufend sich krümmt, um hinter denselben nach abwärts hinten und aussen weiter zu gehen, findet sich nach innen von demselben in der Wand der Einsenkung eine Oeffnung (Fig. 1 e und 10 a) *foramen communicans,* welches ich schon früher in meiner Abhandlung »Die Schnecke der Vögel«[2]) wenn auch fälschlich als *foramen rotundum* erwähnt habe, welches gross, rundlich, nach meinen Beobachtungen niemals durch eine Membran geschlossen ist, häufig dagegen einem kleinen Gefäss Durchtritt gestattet. Es vermittelt aber vor allem bei der

1) Bemerkungen über das Quadratbein und die Paukenhöhle der Vögel.

2) l. c.

einen Form, bei dem Huhn eine Communication des Innenraums des *recessus* und somit auch der Paukenhöhle mit den Luftzellen der Hinterhauptsknochen zwischen der horizontalen und frontalen Ampulle, ist jedoch der letzteren mehr genähert, während es bei der anderen Form in eine geschlossene Ausbuchtung (Fig. 2 *a*, 3 *h*) des *recessus* im Umfange des horizontalen Bogengangs hineinführt. Ich komme alsbald wieder auf diese eigenthümliche Erscheinung bei der Gans zurück. Ich habe diese Oeffnung von den bisherigen Beobachtern nicht erwähnt gefunden.

Sehen wir nun oberhalb des *recessus* und oben und nach vorne von dem später noch näher zu schildernden *vestibulum* den *canalis Fallopiae* und den darin enthaltenen Antlitznerven verlaufen, so bemerken wir hinten, unterhalb und nach innen von der ausgebuchteten Partie der knöchernen Einziehung, dem *recessus scalae tympani* (Fig. 1 *g* u. *h*), den *glossopharyngeus* und *vagus*, die nach innen, unten und hinten von dem Beginn der knöchernen Schnecke und unten und innen vom *vestibulum* durch das *foramen jugulare* die Schädelhöhle verlassen und sogleich in knöcherne Kanäle hineintreten, die die Basis des *occipitale laterale* durchbohren und an der Schädelunterfläche zum Vorschein kommen. Von diesen Nerven findet sich der *glossopharyngeus* mehr vorn, unten am Beginn der Schnecke, der *vagus* hinten oben am *vestibulum*. Gleich nach dem Durchtritt durch das Drosselloch bildet das knöcherne Labyrinth vor allem der *recessus* innen unten die eine Wand ihres knöchernen Canals, der darauf selbständig in der spongiösen Masse des seitlichen Hinterhauptbeins verläuft. Die Nerven liegen somit mit ihrer Scheide an dieser Stelle im inneren, unteren und hinteren Umfang des *recessus scalae* dieser unmittelbar an und dasselbe gilt auch für die mit ihnen weiter aussen vorne durchtretende *vena jugularis*.

Habe ich nun so die Form und Lagerungsverhältnisse des wichtigen Zuleiterohres zu dem inneren Ohr, den *recessus*, bei einer Kategorie von Vögeln (Huhn) geschildert, so bleibt mir nun noch die zweite Formreihe näher zu betrachten übrig. Die Differenzen knüpfen sich abgesehen von der Paukenhöhle vor allem, wie erwähnt, an den *recessus* und dessen nächste Umgebung, und ich will jetzt die Unterschiede näher feststellen und die eine Form in die andere überzuführen suchen. Der wesentlichste Unterschied besteht darin, dass der bauchig nach unten und hinten aufgetriebene Theil des *recessus*, der Boden der sehr erweiterten *scala tympani* grösstentheils bis auf ein Stück aussen und nach innen bis an den Umfang des *foramen jugulare internum* verschwunden ist, und dass sich statt dessen Weichtheile, die der nächsten Umgebung entnommen sind, heranlegen. Am skelettirten Kopf ist man daher im Stande, wenn man von aussen in die *apertura recessus* hineinsieht, durch das Drosselloch hindurch bis in die Schädelhöhle zu sehen (Fig. 7). Diese Erscheinung

rührt daher, dass die aussen und vorn von den Nerven durchtretende Drosselvene (Fig. 5 *e*) anschwillt, einen *bulbus* bildet und somit gleichsam den *recessus scalae*, an dessen Unter- und Hinterfläche dieselbe sich anlegen sollte, verdrängt und mit ihrer Scheide an die Stelle der fehlenden Knochenwand tritt. Durch diese Anschwellung muss natürlich der Raum der *scala tympani* beengt werden, ihre Ausweitung verschwindet und das *foramen rotundum* wird nach innen hin verdrängt, wie wir es bei der andern Form durch Präparation künstlich zu Wege bringen können. Ausser diesem wichtigen Unterschiede zeigt aber auch der *canalis Fallopiae*, das Knochenstäbchen und das *foramen communicans* ein eigenthümliches Verhalten, während im Uebrigen die Verhältnisse im grossen Ganzen wesentlich die gleichen sind.

Betrachten wir zunächst die *apertura externa recessus* so sehen wir bei den Gänsen aufs deutlichste, wie die Grenzen derselben bei vorhandenen Weichtheilen nicht mit der knöchernen Begrenzung übereinstimmen. Der *canalis facialis*, der ja über den hinteren Umfang der rundlichen Oeffnung mit dem darin enthaltenen, starken, aus der *carotis* entspringenden Gefässe, dem *facialis* und den oben erwähnten feinen Nerven weggeht, entbehrt bis zum Boden der Paukenhöhle der knöchernen Begrenzung, und die Scheide der Theile bekleidet von dem Schleimhautüberzug der Paukenhöhle bildet somit die Begrenzung und verkleinert die Oeffnung ein wenig. Nun wissen wir aber, dass nach innen von dem Canal das *foramen communicans* sich findet, welches seine Wandung von ihm bekommt (Fig. 2 *c*). Hebt man nun den weichen Canal ab, so verschwindet das Loch als solches und es bleibt höchstens eine seichte Incisur am hinteren, oberen Umfange der knöchernen Apertur übrig (Fig. 3 *g*). Diese Oeffnung ist aber auch noch dadurch interessant, dass sie nicht wie bei den Hühnern in die Luftzellen um das Labyrinth herum hineinführt, sondern in einen knöchernen Blindsack, der im Umfange des horizontalen Bogengangs auf der Unterseite gelagert ist (Fig. 3 *h*), und dessen Höhlung von einer Fortsetzung der Schleimhaut des *recessus* ausgekleidet ist.

Wie verhält es sich nun aber mit der den Boden des *recessus* der Paukenhöhle bildenden und den *recessus scalae tympani* von dieser abtrennenden *membrana tympani secundaria*, welche von dem oberen Umfange des Knochenstäbchens ausgeht. Diese ist als zarte Membran von der Schleimhaut bekleidet, auf dieselbe Weise wie bei den Hühnern vorhanden, allein sie schliesst nicht länger die *fenestra cochlearis s. rotunda* und schliesst ebensowenig die *scala tympani* ab, sondern sie spannt sich von dem Knochenstäbchen am unteren Umfange des eirunden Fensters ausgehend zum unteren Rand der *apertura recessus* (Figg. 2 *f*, 3 *l*. 6 *b*) über die Scheide des *bulbus* der *jugularis*, die mit derselben eng zusammenhängt. Bei der

Betrachtung von aussen sieht man die Blutmasse schon deutlich durchschimmern. Die Vene hat den Boden des *recessus* in der Mitte verdrängt nach aussen bis zur Anheftungsstelle des secundären Trommelfells, nach innen bis fast zum *foramen jugulare* und hat sich in den *recessus scalae* bis an die Membran hineingelagert, und hinter ihr weg zieht die Scheide des *glossopharyngeus* und *vagus,* die erst tiefer unten in eigene Knochencanäle hineintreten. Dadurch ist nun aber der untere Umfang des *foramen rotundum*, welches ja die Mündung der Paukentreppe repräsentirt, nach innen getrieben, hat gleichsam eine Rotation um das die Axe repräsentirende Knochenstäbchen nach innen machen müssen, und ist dadurch mit dem unteren Rande zum *foramen jugulare* gerückt (Fig. 7 *i*, 5 *h*) und von der Membran abgedrängt, welche es eigentlich verschliessen sollte. Diese Veränderungen müssen es natürlich mit sich bringen, dass die *scala tympani* um die Weite des *recessus* verringert wird, dann aber auch, dass das *foramen cochleare* eine andere Stellung einnimmt, und dass dasselbe offen, blos von der *vena jugularis* und deren Scheide zugedeckt wird und innen und hinten seine Begrenzung durch den Knochenumfang des Drosseladerlochs und durch die Scheide des *glossopharyngeus* und *vagus* bekommt (Fig. 5 *h*). Ich habe nie eine eigene Verschlussmembran des runden Fensters bei den Gänsen auffinden können. Sieht bei den Hühnern und Tauben das *foramen rotundum* mit dem secundären Trommelfell nach oben und aussen, so wendet es bei der Drehung um das Knochenstäbchen nach innen, bei den Gänsen nach unten und hinten. Diese Stellung wird aber eines weiteren noch dadurch bewirkt, dass das bei den Hühnern und Tauben das *foramen ovale* und *rotundum* trennende dünne Knochenstäbchen, bei den Gänsen bedeutend im Dickendurchmesser gewinnt (Fig. 7 *h*), und dadurch den äusseren, resp. oberen Rand der *fenestra rotunda* weiter nach unten drängt. Die Form des Knochenstäbchens ist im grossen Ganzen dieselbe geblieben, ebenso wie die verbreiterte Anheftung an die einander gegenüberliegenden Knochenwandungen. Die Form des runden Fensters zeigt eine ausgeprägtere Eigestalt wie die des ovalen, und es wäre gewiss besser diese beiden Bezeichnungen zu eliminiren und dafür ausschliesslich *fenestra vestibuli* und *fenestra cochleae* zu setzen. Das physiologisch Wichtige liegt jedenfalls in dem Verdrängtwerden der letzteren Oeffnung aus dem Bereich des Schallzuleitungsapparates, der Paukenhöhle.

Dies die Verhältnisse der accessorischen Theile des knöchernen Gehörorgans, und es wird jetzt noch erübrigen die Paukenhöhle, namentlich des Menschen in Einklang mit der der Vögel zu bringen. Sehen wir ab von den Modificationen, die sich in der Gestaltung der Kette der Gehörknöchelchen darbieten, die schon oft und mit vielem Erfolge von ausgezeichneten Forschern abgehandelt sind, so tritt uns als auffälligstes Ver-

hältniss an der inneren Paukenhöhlenwand der *recessus* und ferner der Umstand entgegen, dass *chorda tympani, facialis* und Jacobson'sche Anastomose in einem Canal liegen, während sie beim Menschen getrennt, theilweise in diesem liegen, theilweise dagegen frei in der Paukenhöhle befindlich sind. Woher die Einziehung, die das *foramen vestibulare* und *cochleare* in sich begreift? Ich glaube zwei Momente müssen hier ins Auge gefasst werden, einmal die verhältnissmässig starke Entwicklung des *canalis Fallopiae*, und dann die geringere Differenzirung der Schnecke. Erstere bedingt bei der geringen Entwicklung, die das Gehörorgan bei den Vögeln überhaupt hat, eine grössere Tiefe der Nische im Bereiche des Fensters, die dadurch noch grösser wird, dass aus eben erwähntem Grunde das Labyrinth sich nicht weit von der Schädelhöhlenwand nach aussen erstreckt, und dass das *foramen cochleae* mit einbezogen wird hängt wohl davon ab, dass die gerade gestreckte Schnecke leicht Platz zwischen Paukenhöhlen und Schädelhöhlenwand findet, erstere anch im erheblichen Grad mit ihrem am weitesten nach aussen gelagerten Anfangstheil, wie es bei der gewundenen des Menschen der Fall, in Gestalt des *promontorium* nach aussen drängt. Dieses fehlt den Vögeln nicht, sondern findet sein Homologon in dem *recessus scalae tympani*, das von der Paukenhöhlenwand nach innen abgedrängt ist, weil die Schnecke vorzugsweise die Richtung nach innen, unten hat. Dass die *chorda* statt frei in die Paukenhöhle zu treten und über die Gehörknöchelchen weg zu verlaufen, weiter nach innen hin zieht und den *canalis Fallopiae* nicht verlässt, möchte wohl mit der eigenthümlichen Entwicklung der Gelenkverbindungen des Unterkiefers zusammenhängen, hinter den weg ja die *chorda* treten muss, um zu ihrem Bestimmungsorte zu gelangen und den dritten Ast des *trigeminus* zu erreichen. Durch das bei einigen Vögeln innerhalb der Höhle des mittleren Ohres gelagerte Quadratbein und dessen bedeutende Entwicklung wird die *chorda*, wenn man so will, immer näher zur Paukenhöhlenwand gedrängt und bleibt somit am naturgemässesten in seinem ursprünglichen Verlaufe im *canalis Fallopiae* und in dessen Fortsetzung dem nach vorne gehenden Canal. Was die Jacobson'sche Anastomose und deren Hauptbestandtheil den *ramus tympanicus* betrifft, so tritt dieser in den Canal für den Antlitznerven, weil sein Stamm bei den Vögeln der Austrittsstelle des *facialis* viel näher wie beim Menschen liegt, wie es scheint wegen der Entwicklung der zwischengelegenen Theile und namentlich der *vena jugularis interna*, die bei den Hühnern klein ist, und wenn sie wie bei den Gänsen einen *bulbus* hat, mit diesem viel höher gegen die Paukenhöhle hin lagert, und er so auf dem kürzesten Wege die Verbindungsäste aus dem dritten Aste des *trigeminus* und die am Knie des *fascialis* eintretenden sympathischen Fäden erreicht. Die Jacobson'sche Anastomose liegt somit bei den Vögeln nicht auf dem *pro-*

montorium, d. h. hier auf dem *recessus* der Paukentreppe sondern über demselben, und doch glaube ich, wenn ich auch nicht vollkommen sicher bin, eine noch fernere Uebereinstimmung mit den Verhältnissen dieser Theile bei den Menschen und Säugern gefunden zu haben, da ich bei der Gans am vorderen Umfange der *apertura externa recessus* nach aussen von dem Homologon des *promontorium* einen Strang von dem *canalis caroticus* zum *canalis facialis* und zwar zum *genu* habe aufsteigen sehen, der in einem feinen Knochenkanälchen eingeschlossen mir als ein *nervus caroticotympanicus* erschien. Jedenfalls verdient dieser Punkt besondere Aufmerksamkeit bei einer vergleichenden Anatomie der Kopfnerven. Das eigenthümliche Verhalten der *vena jugularis*, die bei dem Menschen mit ihrem *bulbus* sich zwischen *foramen stylomastoideum* und der äusseren Oeffnung des *canalis caroticus* lagert, die höhere Lagerung des *bulbus* bei den Vögeln möchte es auch erklären, warum bei diesen die beiden Oeffnungen so nahe aneinander liegen und die *carotis* sonach weiter an der innern Wandung der Paukenhöhle verläuft. Wenn man das bei den Säugern neu hinzutretende *os tympanicum* und das Verschwinden des *os quadratum* in Rechnung zieht, so lässt sich ausserordentlich leicht die Differenz in den so eben geschilderten Theilen herleiten. Vielleicht komme ich an einem anderen Orte auf diese Umstände zu sprechen. Der *hiatus canalis Fallopiae* beim Menschen entspricht dem von der Umbiegungsstelle des *canalis facialis* nach vorne ziehenden Canal.

Wenden wir uns jetzt nach dieser Schilderung zu den Verhältnissen des knöchernen Gehörapparates, so unterscheiden wir an demselben wie beim Menschen drei Abtheilungen, *vestibulum*, Bogenapparat und Schnecke. Ersteres in der Umgebung des *foramen vestibulare* gelegen nimmt die Mitte ein und mit ihm erhebt sich wesentlich nach oben und hinten gerichtet, der Bogenapparat, nach unten, innen und vorne gewandt die Schnecke. Dies ist auch im wesentlichen die Richtung der entsprechenden Theile bei den höheren Thieren mit dem Unterschiede jedoch, dass die aufgewundene Schnecke weit mehr nach vorne und innen gerichtet ist, während nur der Anfangstheil derselben noch die Richtung abwärts besitzt, eine Richtung, die als die ursprüngliche das mehr gestreckte Organ, die Schnecke der Vögel innehalten wird. Von Wichtigkeit ist es zunächst die Stellung des *foramen vestibulare* zum Vorhof beim Menschen näher ins Auge zu fassen, ein Punct, der auf die entsprechenden Verhältnisse bei den Vögeln ein helles Licht wirft. Die nach oben, innen und hinten sehende innere Oeffnung des *foramen vestibulare* steht nicht der Mitte des Vorhofs gegenüber, sondern in ihrem kurzen Durchmesser wesentlich der Breite des *recessus rotundus* und des darin gelagerten *sacculus* entsprechend, hält sich dieselbe mehr an den Bereich dieses und an den Beginn der knöchernen Schnecke, als an den des *recessus hemiellipticus*,

der nach oben und nach aussen gelagert erscheint, und somit liegt auch besonders der *sacculus* und der Beginn der Schnecke, namentlich die *scala vestibuli*, mehr in der Stossrichtung des *stapes*. Dieses Verhalten ist für uns desshalb werthvoll, weil uns dasselbe den Schlüssel zu dem extremen Verhalten des Vorhoffensters und der Platte der *columella* bei den Vögeln und den niederen Wirbelthieren, Reptilien und Amphibien liefert und umgekehrt. Wegen der verhältnissmässig geringen Entwicklung, die das knöcherne sowohl, wie das häutige *vestibulum* bei den Vögeln zeigt, bei denen es, wie wir alsbald sehen werden, ein geringfügiger Anhang des Bogenapparates ist und bei der Reduction, die namentlich das Säckchen erfährt, sehen wir die Beziehungen des *foramen vestibulare* zum *sacculus* fast vollkommen in den Hintergrund treten, dasselbe liegt wie wir alsbald sehen werden wesentlich ausserhalb und somit bleibt nur das Verhältniss desselben zur Schnecke übrig. Wir sehen auch hier, dass es die *scala vestibuli* ist, die, wie ich es schon früher geschildert (siehe die Schnecke der Vögel) [1]) durch das *tegmentum vasculosum* von der *scala media s. cochlearis* abgetrennt wird, während die *scala tympani* von der *media* auch bei den Vögeln durch die *membrana basilaris* geschieden ist, der die Basis der *columella* ansteht. Hat man so viel von dem *recessus* abgetragen, dass die Begrenzungen des *foramen vestibulare* deutlich zu Gesicht kommen und zieht man die Platte der *columella* (Fig. 11) heraus, so sieht man in einen Raum hinein, dessen Form man wohl am besten mit der einer vierseitigen Pyramide vergleichen kann, deren abgestutzte Spitze nach unten und vorne, deren Basis nach hinten und oben gerichtet ist, deren eine Seitenfläche nach aussen sieht und durch die Basis der *columella* gebildet wird, deren zweite innere die Schädelhöhlenwand bildet, deren dritte nach oben und vorne sehende knöcherne Wand das Dach darstellt, während die vierte nach unten und hinten sehend als Boden aufzufassen ist und durch das oberhalb des Knochenstäbchens zum Vorschein kommende zwischen den beiden früher beschriebenen Knorpeln der Schnecke ausgespannte *tegmentum vasculosum*, dem Homologon der *membrana Reissneri* gebildet wird. Die Streifung desselben lässt sich schon mit blossem Auge entdecken (Fig. 11 *e*). Ist die häutige Schnecke zerstört, die sich, wie wir das bereits wissen, mit dem einen Knorpel dem Homologon des *ligamentum spirale* an das Knochenstäbchen, mit dem anderen dem Nervenknorpel, dem Homologon des *labrum cartilagineum* an eine Leiste, die der *lamina spiralis ossea* homolog (Fig. 8 *h*) der inneren Schädelwand anlegt, so kommen wir unterhalb des Knochenstäbchens, in die bei einigen Vögeln, wie erwähnt, ampullenartig erweiterte *scala tympani* und zu dem *foramen cochleare*. An der von der Schädel-

1) l. c.

höhlenfläche gebildeten Wand des zur *scala vestibuli* gehörenden Raumes bemerkt man ausser der eben erwähnten Knochenleiste oberhalb des Nervenknorpels (Fig. 11 *b*) mehr im hinteren, oberen Theile, dem alsbald zu erwähnenden *vestibulum* genähert eine kreisrunde, ziemlich grosse Oeffnung, die in einen kurzen nach oben, hinten und innen laufenden Canal führt, und von der aus eine seichte Furche gegen die Spitze des pyramidalen Raumes nach unten und vorne verläuft, die Eintrittsstelle des *nervus cochlearis*. Von dem *vestibulum* trennt sie eine stark nach aussen hin vorspringende Leiste, die die Begrenzung des die Basis des Raumes bildende, weite Oeffnung das schon in meiner Abhandlung »die Schnecke der Vögel« erwähnte *foramen communicans vestibuli*. Diese ziemlich scharf vorspringende Leiste zieht sich gegen die *scala tympani* hin und verliert sich an der Innenseite des Knochenstäbchens (Fig. 8 *d*), schliesst das *vestibulum* ab, und dieser Verschluss wird vollständig durch die Anlagerung des Anfangstheils der Schnecke. Bei den Vögeln, die eine sehr erweiterte Paukentreppe haben, und diese lege ich der Beschreibung der tieferen Theile zu Grunde, finden sich am Boden derselben mehrere Löchelchen, die ich als von eintretenden Gefässen herrührend ansehen möchte (Fig. 8 *g*). Ich kann in denselben nicht wie BRESCHET[1]) einen *aquaeductus cochleae* erkennen. Dem *foramen communicans vestibuli* gegenüber verengt sich die weite *scala vestibuli* (Fig. 11 *a*) ausserordentlich, und nur eine feine rundliche Oeffnung führt in den verhältnissmässig engen Canal, der als Fortsetzung der Vorhofstreppe bis zur Spitze der Schnecke, der *lagena* verläuft, um an der Aussenfläche derselben oftmals durch mannigfaltig gestaltete Hohlräume in einem maschigen Bindegewebsnetz mit der *scala tympani* zu communiciren. Die cylindrische, knöcherne Schnecke, die mit ihrem Anfangstheil der inneren Schädelwand ansteht, mit ihrer Spitze dagegen sich etwas nach aussen von derselben entfernt und durch eine dünne Lage spongiöser Knochenmasse getrennt ist, convergirt mit der der anderen Seite an der Schädelbasis und steht von oben, hinten und aussen nach unten, innen und vorne, mit einer leichten Concavität der Schädelhöhle zugewandt, und so, dass die Spitze gleichsam hakenförmig nach hinten gekrümmt ist (Fig. 1, 6 *a*). Die halbe langgezogene Spiralwindung, die die Schnecke der Vögel, wie ich früher beschrieben, macht, ist an der knöchernen wenig ausgeprägt und tritt erst wegen der eigenthümlichen Lagerung des Anfangstheils an der herausgelösten zu Tage. Ich werde bei der Schilderung des *canalis reuniens* auf diesen Umstand wieder zu sprechen kommen.

Mittelst des *foramen communicans vestibuli* (Fig. 8 *d*) communicirt also die Vorhofstreppe mit dem nach oben und hinten von der Schnecke

---

1) l. c.

gelegenen Vorhof, einem unregelmässig, vierseitig prismatischen Raum, dessen eine Wand nach innen und vorn, dessen zweite nach aussen und hinten, dessen dritte nach oben und vorne, dessen vierte nach unten und hinten, dessen fünfte nach hinten und oben, und dessen sechste, durch das *foramen communicans vestibuli* repräsentirt, nach unten und vorne sieht. Die innere, vordere Wand zeigt auf ihrer der Schädelhöhle zugekehrten Fläche, und zwar dort, wo dieselbe in die Wandung der Schnecke übergeht, und theilweise auf diese übergreifend eine mehr oder minder rundliche, immer aber im Bereiche der Vestibularwand tiefere Einsenkung (Fig. 9) den *meatus auditorius internus*, innerhalb dessen der dicke *nervus acusticus* mit dem zarten *facialis* gelagert ist. Der *nervus facialis* tritt in dem vorderen, oberen, flachen Theil des *meatus*, über und vor (Fig. 4 *a*) dem Beginn der Schnecke in den *canalis Fallopiae*. Bei der Isolation des knöchernen Gehörapparates wird dieser geöffnet und kommt zwischen Schnecke und den zusammenliegenden Ampullen zu Gesicht (Fig. 11 *f*). In der übrigen grösseren und tieferen, hinteren Abtheilung, die namentlich vorne und oben durch eine stark vorspringende, abgerundete Leiste begrenzt wird, befinden sich fünf grössere und kleinere Oeffnungen, von denen die eine (Fig. 9 *f*) am weitesten nach unten und im Bereich des Beginns der Schnecke gelegen, grösser, zur Aufnahme des *nervus cochlearis* dient und in den bereits beschriebenen schrägen Canal führt, während die übrigen vier zur Aufnahme der Aeste des *nervus vestibularis* dienen. Unter der stark vorspringenden Begrenzungsleiste des *meatus* finden sich oben zwei neben einander gelegene Oeffnungen (Fig. 9 *h i*), von denen die vordere von der stark vorspringenden Leiste überdacht, nach unten sieht und in einen schräg aufwärts und nach aussen gehenden Canal führt, der zur Aufnahme des für die horizontale Ampulle und für den *utriculus* bestimmten Nervenastes dient. Bei Betrachtung des Labyrinths von der Schädelhöhle aus ist diese Oeffnung nur schwer sichtbar zu machen. Nach unten und etwas nach hinten von derselben findet sich die zweite nach innen sehende Oeffnung für den Nervenast der sagittalen Ampulle (Fig. 9 *i*), und nach unten und etwas nach hinten von dieser ein haarfeines Loch (Fig. 9 *e*) zum Durchtritt des *ramus* für den *sacculus*, und schliesslich folgt dann nach hinten von diesem, an der hinteren, ebenfalls stark vorspringenden Begrenzung des innern Gehörgangs (Fig. 9 *d*) eine Oeffnung, die in einen nach hinten, oben und aussen verlaufenden Canal übergeht und zur Aufnahme des Astes für die alleinstehende frontale Ampulle dient. Noch weiter nach hinten fast an der Grenze der inneren und der unteren, hinteren Vestibularwand finden sich noch zwei Oeffnungen, die *apertura aquaeductus vestibuli* (Fig. 9 *c*) und die *apertura aquaeductus cochleae* (Fig. 9 *b*). Erstere, hinter und oberhalb des *meatus* an der Grenze der alsbald zu erwähnenden, gemeinschaftlichen Einmündung der Bogen-

gänge in das *vestibulum* und zwar in der Mitte der innren Fläche gelagert, findet sich mehr als feine, nach vorne, unten verlaufende Spalte, in der eine Fortsetzung der *dura mater* liegt. Nach hinten und etwas nach unten von derselben, etwas oberhalb der Grenze der inneren und der unteren, hinteren Wand im Bereiche des *foramen jugulare*, wie wir es ja auch ähnlich bei den Menschen sehen, findet sich unter einem kleinen Knochenvorsprung die *apertura aquaeductus cochleae*, die ebenfalls eine Fortsetzung der *dura* aufnimmt und von der gegen den hinteren Umfang des *foramen jugulare* eine feine Furche verläuft, die, wie mir scheint, zur Aufnahme eines Gefässchens bestimmt ist. Sie führt in einen nach vorne, aufwärts gehenden Kanal, dessen innere Mündung wir alsbald betrachten wollen.

Dies die Fläche der innern Wand des *vestibulum*, die in der Schädelhöhle gelagert ist. Bevor ich mich nun dazu wende die complicirten Verhältnisse der Vestibularfläche derselben zu beschreiben, möchte es vielleicht im Interesse der Klarheit der Darstellung liegen, vorher die Verhältnisse der übrigen Wandungen des Vorhofs näher zu betrachten. Sie sind mit Ausnahme der äusseren offen und bilden die Einmündungen der aus dem *vestibulum* hervorgehenden Abtheilungen des Bogenapparates und der Schnecke; die äussere Wand ist leicht gewölbt, von den Bogengängen überdacht (Fig. 1) und von der spongiösen Masse der Hinterhauptsknochen umlagert. Die untere, vordere Wand bildet der schon ausführlich beschriebene Eingang in die Schnecke, das *foramen communicans vestibuli* (Fig. 8 d). Aus der unteren und hinteren Wand erhebt sich die frontale Ampulle, wie beim Menschen, allein sie nimmt nicht den ganzen Raum derselben ein, sondern mehr die hintere, äussere Abtheilung, während an der innren, der Schädelhöhle mehr genäherten sich namentlich der *vagus* anlegt (Fig. 1 h), während sich der *glossopharyngeus* mehr an den Bereich des Beginns der Schnecke hält. Die frontale Ampulle nach aussen und hinten aus dem *vestibulum* sich erhebend sieht mit ihrem stark gewölbten Dach nach oben, mit ihrem ebenen oder leicht convexen Boden nach unten und über das Dach schlägt sich dann der Bogengang, der aus der frontalen Ebene (Fig. 1 k) nach vorne hin abweicht, dann innen und oben mit dem anderen verticalen Bogengang sich vereinigt, wie ich es in meiner Abhandlung[1]) »der Bogenapparat der Vögel« beschrieben, und zugleich gewöhnlich das hintere Drittel des horizontalen Bogengangs kreuzt und mittelst einer Spalte mit demselben communicirt. Gegenüber der später zu erwähnenden Vereinigung der Bogengänge setzt sich die frontale Ampulle mit einer ziemlich tiefen Einschnürung ab, die sich im Binnenraume als scharf nach innen und vorne vorspringende Leiste markirt, und eine ähnliche seichte trennt sie von dem Beginn der Schnecke,

---

1) l. c.

und diese setzt sich als scharfer Grat in den innern Umfang des *foramen communicans vestibuli* fort. Quer über die Innenfläche des Bodens der Ampulle (Fig. 8 e), an der Seitenwand ein wenig emporragend und dort sich verlierend verläuft eine ziemlich starke Erhebung, die der Einziehung am Boden der häutigen Ampulle, in der die Nerven zur *crista acustica* empor verlaufen, entspricht, und an der Vestibularseite derselben am Rande des *foramen communicans vestibuli* findet sich eine ziemlich tiefe Furche, die zu einem kurzen, die Knochenwand schräg nach innen, unten und vorne durchsetzenden Kanal geht, dessen andere Oeffnung wir vorhin im *meatus auditorius internus* betrachtet (Fig. 9 e). Sie dient zur Aufnahme des zur Ampulle gehenden Nervenastes.

Die vordere, obere Wand des *vestibulum* wird von der Einmündung der beiden zusammenstehenden Ampullen und zwar ganz eingenommen. Von diesen beiden steht die sagittale Ampulle der Schädelhöhle am nächsten, bildet hinten, oben fast unmittelbar die Wand derselben, ist dagegen unten und vorne durch etwas dickere Knochenmasse von ihr getrennt. Die weiter nach aussen und unten gelegene horizontale lässt sich nur nach Wegnahme beträchtlicher Knochenmassen von der Schädelhöhle aus präpariren. Die horizontale Ampulle wendet ihr stark gewölbtes Dach nach hinten, ihren ebenen oder leicht convexen Boden nach vorne, die Seitenwandungen nach oben und unten, und in Begleitung eines starken Gefässes (Fig. 2 b) wölbt sich dann der Bogengang über ersteres nach hinten, um sich der äusseren Schädelwand ausserordentlich nahe unter der frontalen weg (Fig. 1 i) nach der Vereinigung der beiden verticalen mit diesen unterhalb deren Einmündungsstellen zu verbinden. Er ist gewöhnlich leicht S förmig gekrümmt, entfernt sich aber viel weniger aus der Ebene wie der frontale und ist wie diese sammt der Ampulle in die spongiöse Masse des Hinterhaupts eingebettet. Mittelst einer Einschnürung, die sich auf der Innenfläche als breite Leiste markirt und in die Begrenzung des *foramen communicans vestibuli* übergeht, ist die Ampulle gegenüber der Schnecke und mittelst einer ähnlichen von der sagittalen Ampulle abgesetzt. Letztere verliert sich auf der Innenwand des Vorhofs und trennt zwei gleich zu erwähnende Oeffnungen. Quer zwischen diesen beiden Einziehungen, theilweise über den Boden, hauptsächlich aber über die obere Seitenwand verlaufend (Fig. 8 l) und dort sich verlierend, zieht auch in dieser Ampulle eine Leiste, die ganz dieselben Beziehungen zum häutigen Labyrinththeil hat, wie die der frontalen, und auch hier eine tiefe vestibulare Abtheilung trennt, in der durch die beiden vorhin erwähnten Leisten eingefasst die gerade nach innen führende Oeffnung für den zur Ampulle gehörenden Nerven sich findet. Die sagittale Ampulle erhebt sich senkrecht aus dem *vestibulum*, kehrt ihr Dach nach innen und hinten, ihren Boden nach aussen und vorn, und ist mit ihrem Bogengang am

meisten von allen aus der ursprünglichen Ebene herausgedreht und convergirt mit dem der anderen Seite stark nach hinten, so dass sich ihre Ebenen etwa in der Gegend des *dens epistrophei* schneiden würden. Ihr Dach steht, wie aus dem Vorhergehenden erhellt, der Schädelhöhle am nächsten und ist nur durch eine dünne Knochenlamelle davon getrennt, ihr Boden entfernt sich am meisten von derselben. Der Bogengang (Fig. 1 l), der auch hier sich über das Dach hinübergewölbt, ist, wie ich das schon früher beschrieb, der grösste, ist S förmig gekrümmt und entfernt sich mit der Krümmung nach aussen ziemlich weit von der Schädelhöhlenwand, überwölbt den frontalen Bogengang und vereinigt sich an der Hinterseite mit demselben oberhalb der Einmündung des horizontalen. Der Einschnürung gegenüber dem horizontalen Bogengang, die sich am Boden befindet, habe ich vorhin Erwähnung gethan, ebenso der entsprechenden Leiste im Vorhofsraum. Eine solche Einschnürung, die aber flacher erscheint, trennt das Dach der Ampulle von der Vereinigung der Bogengänge und derselben entsprechend tritt eine niedrige Leiste auf. Quer über den Boden der Ampulle verläuft auch hier ein Kamm, der mit dem der horizontalen Ampulle einen rechten Winkel bildet. (Fig. 8 p). An der Einmündungsstelle dieser Ampulle in den Vorhof, in der Ebene der Einziehung zwischen ihr und der horizontalen, zeigt sich eine Oeffnung, die in einen nach unten, vorne und innen gehenden Kanal führt, welcher den Nervenast für die Ampulle und den *utriculus* aufnimmt. Von dieser Oeffnung aus nach hinten (Fig. 8 q) verläuft gegen die Einziehung zwischen dem Dach der Ampulle und der Vereinigung der Bogengänge eine Leiste, und diese trennt den Bereich der Ampulle von dem des Vorhofs, speciell des *recessus utriculi,* auf den ich gleich zu sprechen komme.

Die hintere, obere Wand wird durch die Vereinigung der Bogengänge gebildet. An der Grenze dieser und des *vestibulum* finden sich auf der Innenfläche (Fig. 8 c u. r) die Mündungen der beiden Aquädukte, die eine in der Mitte der Innenfläche, die andere nach hinten an der Grenze der frontalen Ampulle. Eine schräg nach unten und vorne verlaufende Leiste auf der Innenseite der Vereinigung zeigt die Grenze zwischen der oberen Einmündung des sagittalen in den frontalen (Fig. 8 a u. s) und der unteren des horizontalen Ganges an (Fig. 8 b). Oftmals zieht auch eine verticale *crista* bis zum *aquaeductus vestibuli,* eine weitere Trennung zwischen dem verticalen und dem horizontalen Gange andeutend. Zu erwähnen wäre noch, dass im Umfange des sagittalen Bogengangs eine tiefe Einsenkung der Schädelhöhle sich findet (Fig. 2 a), in die, abgesehen von Grosshirnmasse, Gefässe hineinziehen und durch die Wand derselben nach aussen mit dem Gefässe des horizontalen Bogengangs communiciren, welches dann wieder durch ein kleines Gefässchen mit dem im *canalis Fallopiae* verlaufenden in Verbindung steht. Diese Einsenkung ist um so

interessanter, weil sich im embryonalen Leben beim Menschen und bei den Säugern überhaupt eine solche an derselben Stelle findet, auf die v. Tröltsch besonders aufmerksam gemacht und als dessen einziges Ueberbleibsel im erwachsenen Zustande eine feine Spalte unter der *eminentia arcuata* nach oben und aussen vom *porus acusticus internus* bleibt.

Wenden wir uns nun zur letzten Begrenzung des Binnenraums des *vestibulum*, zur inneren, deren Schädelhöhlenfläche wir zu Anfang eingehend betrachtet, so bemerken wir eine obere, vordere und eine kleine untere, hintere Delle, erstere der *recessus utriculi* (Fig. 8 o q), letztere der *recessus sacculi* (Fig. 8 k) zur Aufnahme der entsprechenden häutigen Theile, die ich in meiner Abhandlung »der Bogenapparat der Vögel«[1]) unter dem Namen eines *utriculus* zusammengefasst habe, die aber wie beim Menschen oder den Säugern und in wesentlich derselben Lage vollkommen gut differenzirt sind, und von denen Breschet[2]) wenn auch keine vollständig getreue, so doch klare Abbildungen gegeben hat. Die Begrenzungsleisten des *recessus utriculi*, die fast ein gleichschenkliches Dreieck bilden, sehen nach unten, hinten, oben und vorne, die Winkel nach oben, hinten und vorn. Der vordere Winkel wird von der Oeffnung zum Durchtritt des Nerven für die horizontale Ampulle und den *utriculus* eingenommen (Fig. 8 n) der hintere zieht sich in die Leiste aus, welche die frontale Ampulle von der Schnecke trennt, und der untere stösst auf die Einziehung zwischen der Einmündung der Bogengänge und der sagittalen Ampulle. Die vordere, obere Seite (Fig. 8 q) habe ich vorhin bei der Beschreibung der sagittalen Ampulle erwähnt, sie läuft fast parallel der *crista* am Boden derselben. Die untere, die homolog der Leiste zwischen *sacculus* und *utriculus* beim Menschen auch bei den Vögeln die Grenze gegen den *recessus sacculi* bildet, geht als Grenze zwischen den Oeffnungen für die Nervenzweige der zusammenstehenden Ampullen aus der Grenzleiste zwischen den beiden Ampullen hervor, die hintere, obere, die schwach ausgeprägt ist (Fig. 8 o), läuft unter der Einmündungsstelle der Aquädukte von der Einziehung zwischen den vereinigten Bogengängen und der sagittalen Ampulle bis zum hinteren Ende der unteren Leiste. Der nach hinten und unten gelegene *recessus sacculi* (Fig. 8 k), dessen obere Grenze mit der unteren des *recessus utriculi* zusammenfällt, und der nach unten hin von der Leiste, die den inneren Umfang des *foramen communicans vestibuli* bildet, begrenzt wird, zeigt sich eigentlich nur als eine rundliche Einziehung im Umfange einer kleinen, von aussen nach innen führenden Oeffnung zum Durchtritt des *ramus sacculi* (Fig. 8 i).

Dies die Verhältnisse des knöchernen *vestibulum* und des innig mit

1) l. c.
2) l. c.

demselben in Zusammenhang stehenden Bogenapparates, und wenn man die hier gegebene Schilderung namentlich des Vorhofs mit den entsprechenden Verhältnissen beim Menschen vergleicht, so wird man staunen, wie wenig zur völligen Uebereinstimmung fehlt, namentlich was die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse der Theile betrifft.

Nach dieser Schilderung des knöchernen Labyrinths wenden wir uns nun zu den namentlich das *vestibulum* ausfüllenden Weichtheilen, soweit dieselben bislang noch nicht eingehender betrachtet sind. Die Schnecke hat seiner Zeit eine ausführliche Behandlung, sowohl in ihren Lagerungs- als auch in ihren histologischen Verhältnissen erfahren, allein ein mühsam zu eruirender Punkt war noch festzustellen. In welchem Zusammenhange steht die Schnecke mit den übrigen Theilen des Gehörapparates? Bei meinen früheren Untersuchungen kam ich zu dem Resultate, dass sie von dem häutigen Vorhofe abgetrennt sei, allerhöchstens durch einen Tegmentstreifen mit demselben in Verbindung trete, und dass eine rundliche Oeffnung im Tegment am Anfang der Schnecke (*apertura canalis cochlearis*) die *scala media* mit der *scala vestibuli* in direkte Verbindung setze. Bei weiteren Untersuchungen in den übrigen Wirbelthierklassen stellte sich nun aber heraus, dass die Schnecke wie bei den Säugern und dem Menschen niemals aus dem Zusammenhang mit den übrigen Theilen trete, dass die *scala media*, wenn als solche vorhanden, niemals offen stände, niemals also endo- und perilymphatischer Raum mit einander direkt communiciren, sondern entweder ist die Kommunication der Theile eine sehr weite, oder enge, immer nur durch Hülfe des *canalis reuniens* vorhanden, und somit wäre die vollständige Trennung und das Offenstehen des *canalis cochlearis* bei den Vögeln eine Erscheinung gewesen, die im Stande gewesen wäre die ganze Continuität der Entwicklung des Gehörorgans in der Wirbelthierreihe über den Haufen zu werfen. Nach vielfachen vergeblichen Versuchen ist es mir nun gelungen den Zusammenhang der Schnecke mit dem *sacculus*, die Kommunication der *scala media* mit dem endolymphatischen Raume des häutigen *vestibulum*, und somit auch bei den Vögeln das vollkommene Geschlossensein des häutigen Gehörapparates nachzuweisen. Der Zusammenhang wird wie bei den Säugern und den Menschen durch einen *canalis reuniens* bewerkstelligt, der deswegen so ausserordentlich schwer nachzuweisen, weil die dicken Schneckenwandungen auf einmal in einen ausserordentlich zarten, membranösen Kanal übergehen, dessen Verbindung mit dem *sacculus* so ausserordentlich leicht reisst, weil dessen Wand selber einen sehr geringen Durchmesser besitzt.

Bei der Betrachtung des *foramen communicans vestibuli*, welches den knöchernen Vorhof mit der Schnecke verbindet, habe ich gezeigt, dass dasselbe sich hinter das Knochenstäbchen weg mit einem Drittel seines

Umfangs in die *scala tympani* hineinzieht, und diese mit dem Vorhof in offene Verbindung treten lässt. Bei vorhandenem häutigen Labyrinth wird aber diese Communication durch den Anfang der Schnecke verschlossen, und zwar dadurch, dass sich die beiden Knorpel an die Begrenzung dieses Theils des *foramen communicans vestibuli* anlegen, um dann mit einer Aenderung ihrer Richtung an das Knochenstäbchen und an die gegenüberliegende, innere Wand der knöchernen Schnecke angelehnt sich weiter zu erstrecken. Die Begrenzung des *foramen vestibulare* sieht wesentlich nach vorne und hinten, und demnach sehen wir im Anfang der Schnecke den Nervenknorpel nach hinten, den dreieckigen nach vorne gewandt, eine Lage, die dann im übrigen Theile der Schnecke sich dahin ändert, dass der dreieckige Knorpel entsprechend dem Knochenstäbchen nach aussen, der viereckige nach innen sieht. Das *Tegmentum vasculosum*, das Homologon der *membrana Reissneri*, sieht dabei im Anfang der Schnecke nach oben gegen den Vorhof und etwas nach vorn, und die *membrana basilaris* kehrt der *scala tympani* zu. Bei dieser Lagerung des Anfangs der Schnecke wird nun nach oben hin unmittelbar der *recessus sacculi* angrenzen und zugleich die alleinstehende Ampulle, die aber nach hinten und etwas nach oben gelagert durch eine scharf vorspringende Leiste, die die Präparation ausserordentlich erschwert, abgetrennt wird. Legt man nun von der Schädelhöhle her durch äusserst vorsichtiges Abtragen der inneren Wand des knöchernen Vorhofs den Anfang der häutigen Schnecke und die im *vestibulum* gelegenen Theile blos, so bemerkt man, wenn es gelungen die Vereinigung der Schneckenknorpel freizulegen, und bei günstig auffallendem Lichte einen über das Tegment nach oben und vorne bis zur vorderen Grenze eines kleinen, dem Anfangstheil der Schnecke dicht angeschmiegten, weissen Fleckchens (Fig. 13 c) verlaufenden feinen Contour und einen eben solchen von der äussersten Spitze der sich vereinigenden Schneckenknorpel bis zur hinteren Begrenzung desselben Flecks. Diese beiden Contouren sind der Ausdruck des optischen Querschnitts des *canalis reuniens* (Fig. 13 e), der gegen den Anfang der Schnecke in einem mehr oder minder rechten Winkel nach oben gebogen zu dem im *recessus sacculi* vorne und oben in demselben gelegenen häutigen Sack sich begiebt, dessen Lage durch die durchschimmernde Otolithenmasse bestimmt wird (Fig. 12 e, Fig. 13 c), und der dann wieder mit dem *utriculus* in Verbindung steht. Zwischen diesen beiden Grenzcontouren des *canalis reuniens* bemerkt man dann auch die ausserordentlich zarte Membran desselben, und durchscheinend eine rundliche nach oben gewandte Oeffnung, die früher von mir erwähnte *apertura canalis cochlearis*, die vom verdicktem Tegment begrenzt in die *scala cochlearis* hineinführt (Fig. 13 d). Der *canalis reuniens* ist ein ausserordentlich dünnwandiger Glieder wie beim Menschen, der von dem Umfang

des Ausschnitts des Tegments an der *apertura canalis cochlearis* und der dieselbe auf der anderen Seite begrenzenden Vereinigung der Knorpel rings seinen Ursprung nimmt, und durch eine excessive plötzliche Verdünnung der Knorpel sowohl, als auch des Tegments seine zarten Wandungen erhält. Er besteht aus einem fast homogenen nur sparsame, rundliche Kerne zeigenden Bindegewebe, das von niedrigen, unregelmässig polygonalen Pflasterepithelzellen bekleidet ist. Die Existenz dieser Verbindung erklärt jetzt einen Befund, den ich früher (die Schnecke der Vögel) am Beginn der Schnecke beschrieben, und dessen Bedeutung ich damals nur zu ahnen vermochte. Ich beschrieb auf der oberen Fläche des Zusammentritts der Knorpel eine dreiseitig begrenzte Vertiefung, die ihre Basis dem Nervenknorpel zukehrte und deren Grund mit einfachen Pflasterepithelzellen bekleidet war, während an den Kanten eine eigenthümliche Fortsetzung der Zahnzellen sich fand. In der Fig. 17 meiner so eben erwähnten Abhandlung findet sich eine getreue Abbildung des Verhaltens. Diese Aushöhlung gehört bereits dem *canalis reuniens* an, und von dem Rande derselben, dessen Epithelzellen mit o bezeichnet sind, findet sich der Uebergang in die zarte Membran, und bei der Herausnahme der Schnecke findet man diese oft in kleinen, unregelmässigen Fetzen an der betreffenden Stelle anhaften.

Gehen wir nun zur Betrachtung der im *vestibulum* gelegenen häutigen Theile über, die excentrisch, der inneren Schädelwand angelagert zwischen sich und der äusseren Wandung einen wenn auch nur geringfügigen perilymphatischen Raum übrig lassen, so habe ich schon vorhin im Gegensatz zu meiner früheren Beschreibung im Anschluss an Breschet [1]) erwähnt, dass bei den Vögeln *sacculus* und *utriculus* sich vollkommen gut trennen lassen. Auch bei diesen Thieren tritt der *utriculus* zu den Ampullen und den Bogengängen in Beziehung, während dagegen der Sack die Verbindung mit der Schnecke vermittelt. Der *utriculus* nimmt mit seiner *macula acustica* den *recessus utriculi*, der gleiche Theil des *sacculus* den *recessus sacculi* ein. Diese beiden wichtigen constituirenden Bestandtheile des häutigen Vorhofs treten am deutlichsten zu Tage, wenn man von der Schädelhöhle her die knöcherne Wand mit grosser Vorsicht abträgt und zugleich die Schnecke in ihrer knöchernen Umhüllung freilegt, so wie es an einem Präparat (Fig. 12) geschehen ist. Man bemerkt dann in unmittelbarster Nachbarschaft der, der Schädelhöhle am meisten genäherten und freigelegten sagittalen Ampulle, unterhalb und nach hinten von derselben (Fig. 12 b) eine undeutlich durchschimmernde, halbmondförmig gestaltete, weissliche Masse, die Otolithenmasse des *utriculus* und nach hinten und unten von dieser eine deutlicher zu Tage tretende, rundliche Anhäufung,

1) l. c.

oberhalb und nach vorne von dem Anfang der Schnecke und des Beginns des *Tegmentum vasculosum*, dicht demselben angelagert die Otolithenmasse des Sacks (Fig. 12 e). Bei näherer Untersuchung gelingt es auch die Begrenzungen dieser beiden häutigen Theile festzustellen. Der der inneren Vestibularwand anliegende Theil des *utriculus* ist entsprechend der Form des *recessus utriculi* dreiseitig gestaltet (Fig. 12 b) und erstreckt sich wie dieser von der Einmündung der allein stehenden frontalen Ampulle bis zu der Einziehung zwischen der horizontalen und sagittalen. Es ist ein Sack, dessen ausserordentlich dünne und zarte Wandungen nur an einer Stelle eine grössere Stärke gewinnen und in den von oben innen her die Bogengänge, von aussen, hinten die frontale Ampulle, von vorne, innen und aussen die beiden zusammenstehenden Ampullen münden, während dann nach unten hin die Communication mit dem *sacculus* sich geltend macht. Die vollständige Isolation des häutigen *vestibulum* ist wegen der Dünnwandigkeit desselben ausserordentlich erschwert, und es ist mir nur nach und nach gelungen diesen Zusammenhang mit den einzelnen Abtheilungen zu constatiren. Der wichtigste Theil des ganzen *utriculus* ist natürlich die Stelle der Wand, an die der Ast des *acusticus* herantritt. Dieser kommt, wie wir wissen, in dem vorderen Winkel des dreieckigen *recessus*, unterhalb der sagittalen und nach innen von der horizontalen Ampulle (Fig. 8 n) in das *vestibulum*, nachdem er die Wand desselben schräge durchbohrt, und theilt sich dann, indem er sich an die dem *recessus* anliegende Wand begiebt, in zwei Aeste, von denen der eine (Fig. 14 c) über den vorderen Theil der Innenwand des *utriculus*, der sich an die Mündung der horizontalen Ampulle anschliesst, nach oben und vorne verläuft, um in die Einziehung am Boden der Ampulle in die *crista acustica* derselben einzutreten, während der andere fächerförmig in seine Aeste ausstrahlend sich von der inneren Schädelwand etwas entfernt und auf der inneren unteren Fläche des *utriculus* ausstrahlt (Fig. 14 d). Man wird demnach die Ausbreitung des Utricularastes bei der Freilegung desselben von der Schädelhöhle her etwas im Profil zu Gesicht bekommen, und das documentirt sich am deutlichsten in der seiner Ausbreitung an der Innenfläche aufliegenden Otolithenmasse. Wo der Nerv herantritt, verdickt sich die Wand, wie an allen übrigen entsprechenden Stellen des Labyrinths beträchtlich, und dieser Theil, der am leichtesten zu conserviren und zu isoliren ist und unser Interesse vorzugsweise in Anspruch nimmt, hat die Gestalt einer ovalen Schale (Fig. 15). Da der Nerv, der sich zu der Mitte der Unterfläche derselben begiebt, mit dem zusammenhängt, der zur horizontalen Ampulle geht, so wird dieselbe auch zu dieser die innigsten Beziehungen haben, und das ist für die Präparation von einiger Wichtigkeit, indem man bei Wegnahme der sagittalen Ampulle sicher sein kann, das wichtigste Element des *utriculus* isolirt zu erhalten, denn die

dem knöchernen *vestibulum* zugewandte Fläche bildet mit der inneren Seitenwand der horizontalen Ampulle einen nach aussen hin offenen, stumpfen Winkel, und die Vereinigung der beiden Theile markirt sich auf der Schädelhöhlenfläche als eine vorspringende, niedrige Leiste. Die Schale ragt, was ich noch hinzufügen möchte, mit einer kleinen bauchigen Erweiterung (Fig. 14 f) über den Boden der horizontalen Ampulle hinaus nach vorne, so dass eine ziemlich tiefe Incisur an dieser Stelle horizontale Ampulle und *utriculus* trennt. Dieser Theil ist es, der meine Beschreibung der histologischen Verhältnisse des *utriculus* (Bogenapparat der Vögel) [1]) zu Grunde lag, da sich ja derselbe am leichtesten im Zusammenhang mit den Ampullen erhält.

Gehen wir nun zur Betrachtung der histologischen Verhältnisse des *utriculus* über, so würde das grösstentheils eine Wiederholung dessen sein, was ich seiner Zeit darüber gesagt, allein immerhin sind einzelne Punkte hervorzuheben und zu verbessern, und zwar nicht die unwichtigsten. Als ich meine früheren Untersuchungen über das Labyrinth der Vögel anstellte, stand mir das von M. Schultze zuerst mit so vielem Erfolge in die mikroskopische Technik eingeführte, ausgezeichnete Reagens die Osmiumsäure noch nicht zu Gebote, und daraus erklärt es sich, dass namentlich Angaben über die Nervenverhältnisse resultirten, die sich bei Anwendung dieses Mittels, bei Untersuchungen in anderen Wirbelthierclassen entschieden als correcturbedürftig herausstellten, und es freut mich um so mehr diese hier berichtigen zu können, weil dadurch einmal die Uebereinstimmung der Verhältnisse in den Wirbelthierclassen überhaupt ins helle Licht gestellt wird, und weil dann durch meine jetzigen Angaben eine erfreuliche Harmonie zwischen den Beobachtungen M. Schultze's [2]) und Odenius [3]) und den meinen hergestellt wird.

Der Schilderung des Baus der Wandung des *utriculus*, an die der Nerv herantritt und der übrigen Abtheilungen desselben, wüsste ich nichts hinzuzusetzen. Zahlreiche Gefässe durchziehen diese Spindelknorpel- oder knorpelähnliche Bindegewebsmasse bis zu ihrer freien, inneren Oberfläche, die dort, wo dieselbe ausserordentlich zart geworden und ihren Charakter auf früher beschriebene Weise geändert hat, ein niedriges Pflasterepithel trägt, von demselben Aussehen wie in den Bogengängen. Dieses wird dann dort, wo die Wandung an die Stelle des Nervendurchtritts sich verdickt, etwas höher untermischt mit den flaschenförmigen Pigmentzellen, die sich zu Gruppen vereinigen, und bekommt in der unmittelbaren Umgebung der *macula acustica* die Natur langer Cylinderzellen.

---

1) l. c.

2) Ueber die Endigungsweise des Hörnerven im Labyrinth Müllers Archiv 1858.

3) Ueber das Epithel der maculae acusticae beim Menschen.
M. Schultze, Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. 3.

Die Form des gelblich tingirten Flecks ist ähnlich der bei den Säugern und den Menschen, jedoch etwas unregelmässiger, mit dem längsten Durchmesser von vorne nach hinten (Fig. 15 a) und er richtet sich nach der Krümmung der Utricularwand und ist somit etwas schalenförmig ausgehöhlt. Auf derselben, aber sich nicht über die Grenzen erstreckend liegt dann die alsbald zu besprechende Otolithenmasse. Bei der Flächenbetrachtung der *macula* bemerkt man dann durchschimmernd die Bündel der in der Knorpelsubstanz gelagerten Nerven (Fig. 15 b) und den Nervenplexus, dessen einzelne Fasern man oftmals über die Grenzen derselben verfolgen kann, ohne dass daraus der Schluss zu ziehen wäre, dass dieselben jenseits des Bereichs der *macula* ihr Ende finden. Wir haben gesehen, wie der Nervenast des *utriculus* der Oberfläche desselben aufgelagert alsbald fächerförmig ausstrahlend in einzelne Bündelchen zerfiel, und diese traten in die Knorpelsubstanz hinein, in der Mitte dieselbe senkrecht durchsetzend, gegen die Peripherie hin dagegen immer mehr horizontal gelagert. Diese Bündelchen zerfallen dann gegen die freie Innenfläche aufsteigend in ihre einzelnen, doppeltcontourirten Fasern, und diese laufen mannigfach gewunden und einen reichhaltigen Plexus mit einander bildend, im Verhalten ganz dem entsprechend, wie Odenius es vom Menschen abbildet, bis unter den Basalsaum, biegen dort zuweilen um und biegen namentlich an der Peripherie häufig über den Bereich der *macula*, um dann den Basalsaum mit Verlust der Markscheide zu durchsetzen und ins Epithel zu treten. Eine Theilung oder eine Verschmelzung der markhaltigen, doppeltcontourirten Fasern habe ich nie beobachtet, jedoch kommt hie und da ein Verhalten vor, wie es auch Odenius, wenn auch nicht mit voller Bestimmtheit von dem Menschen behauptet, und welches mein lebhaftestes Interesse erregt hat. Kurz bevor die marklos gewordene Nervenfaser den Basalsaum durchbohrt, um in das Epithel zu treten, löst sich dieselbe in ihre Primitivfibrillen auf, die mir bei den Vögeln nur gering an Zahl zu sein scheinen, und diese durchsetzen dann den Basalsaum, um sich im Epithel zu verlieren und ihr Ende an oft sehr entfernten Stellen zu finden, sowie ich es in Fig. 21 aus dem *sacculus* gezeichnet. Doppeltcontourirt sind auch die Fasern im Knorpel der *cristae acusticae* der Ampullen und der Schnecke und erst unterhalb des Durchtritts ins Epithel werden sie zu marklosen Fasern, und somit sehen wir die vollkommenste Uebereinstimmung mit den Befunden von Odenius bei den Menschen und von Schultze bei den Fischen. Wie verhalten sich nun die Nervenfasern innerhalb des Epithels, dessen früherer Beschreibung ich nichts hinzuzusetzen hätte. Die marklosen Fasern, oder die durch Theilung derselben hervorgegangenen Primitivfibrillen durch den Basalsaum hindurchgetreten verlaufen zwischen den Basen der Zahnzellen bis unter das Niveau des zugespitzten Endes der Stäbchenzellen, entweder

senkrecht emporsteigend, oder auf weite Strecken oberhalb des Kernes der Zahn-, unterhalb des der Stäbchenzellen verlaufend und einen intraepithelialen Plexus bildend. Diese Fasern und Fäserchen liegen also gleichsam in durch den Körper der Zahnzellen unterhalb der haartragenden Zellen verlaufenden Kanälen, die man an stark erhärteten Präparaten oftmals, wenn auch sehr vergrössert oberhalb der dem Basalsaum anliegenden Zellenkerne als feines Maschennetz zu Gesicht bekommt. Die zahlreichen, blassen Nervenfäserchen, die ungetheilt ins Epithel getreten, lösen sich dann in ihre Fibrillen auf. Somit sehen wir also, wie gewöhnlich die Auflösung der blassen Faser in ihre Bestandtheile innerhalb des Epithels, selten innerhalb des Knorpels vor sich geht. Bei dem letzteren Verhalten ist es mir gelungen eine Primitivfibrille an das untere Ende einer Stäbchenzelle zu verfolgen, hie und da sah ich aber auch wie die blasscontourirte ins Epithel hineingegangene Faser sich dem unteren Ende einer wenn auch oft entfernten Stäbchenzelle anschmiegte. Somit könnte man an eine doppelte Endigungsweise des *nervus acusticus* glauben, und das wäre bei gleichen physiologischen Vorgängen eine ausserordentlich auffallende Erscheinung, die wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat. Sie lässt aber noch andere Erklärungen zu, auf die ich später näher eingehen werde, Das letzte Element, welches wir noch im *utriculus* zu betrachten haben, ist die Otolithenmasse, die sich jedoch, abgesehen von der Form, die sich wesentlich nach der Gestalt der *macula acustica* richtet, in ihrem histologischen Verhalten vollkommen an das gleiche Gebilde des *sacculus* anschliesst, und ich will daher die Beschreibung derselben bei der jetzt folgenden Schilderung dieser wichtigen Abtheilung des Labyrinthes nachtragen.

Der Lagerung des *sacculus* nach unten vom *utriculus*, nach unten und hinten von der *macula acustica* desselben, der Beziehung desselben zum Beginn der Schnecke und der Verbindung mit dem *canalis reuniens* habe ich schon gedacht. Der dünne Theil der Wandung geht continuirlich in die des *utriculus* über und unterscheidet sich in seinem histologischen Verhalten in nichts von dieser. Er stimmt auch mit dem Bau der Wand des *canalis reuniens* vollkommen überein. Das grösste Interesse für uns hat natürlich derjenige verdickte Theil, der die Gestalt einer rundlichen Schale besitzt (Fig. 16 und 17), der der inneren Fläche des Vorhofs dem *recessus sacculi* angelagert in seiner Form diesem entspricht, und an den der feine für den Sack bestimmte Nerv herantritt, und dessen Lage augenblicklich durch die durchschimmernde, rundliche Otolithenmasse markirt wird. Derselbe schiebt sich von hinten her etwas unter den gleichen Theil des *utriculus*, so dass es bei der Isolation der beiden Elemente den Anschein hat, als decke die *macula acustica utriculi* vollkommen die Schale des Sacks. Es muss also die verdünnte Wandung am Rande derselben

ausserordentlich scharf umbiegen, um den Rand der Schale des *utriculus* zu erreichen. Das Nervenästchen trifft gleich nach seinem Durchtritt durch das für dasselbe bestimmte Loch im *recessus sacculi* ein wenig excentrisch die Mitte des Schälchens, um dann in die Masse desselben hineintretend sich radienartig auszubreiten (Fig. 16 b). Auf der Innenseite der Schale bemerkt man einen elliptischen, gelblich tingirten Fleck, die *macula acustica,* welcher sich jedoch weit mehr wie der des *utriculus* der Kreisform nähert (Fig. 15 a). Durch die Masse desselben sieht man namentlich bei Behandlung mit Osmiumsäure, wie sowohl der Gefäss, als Nervenplexus deutlich durchschimmert.

Die Wand des Sacks besteht hier, wie an allen Stellen des Labyrinthes, an die Nerven herantreten, aus Knorpelmasse, in deren hyaliner Grundsubstanz spindelförmige Zellelemente unregelmässig eingesprengt sind, die ihre Ausläufer nach allen Seiten ausschicken, und deren Masse von einem reichen Plexus von Gefässen (Fig. 21 e) und Nerven durchsetzt wird. Gegen die freie Innenfläche setzt sich der Knorpel mit dem überall vorhandenen, feinen, hellen, homogenen Basalsaum ab, der ja in gleicher Dicke den gesammten Binnenraum des häutigen Labyrinths auskleidet. Nach der Peripherie hin verdünnt sich die Wand ausserordentlich, die Intercellularsubstanz wird reichlicher, die Zellelemente werden sparsamer und schliesslich haben wir dann die bekannte feine Bindegewebsmembran mit sparsam eingestreuten, oft mehr rundlichen Spindelelementen. Der Nerv in Bündel getheilt und radienartig ausstrahlend durchsetzt die Knorpelmasse und löst sich dann in die einzelnen, doppeltcontourirten Fasern auf, die einen Plexus bildend in der Gegend des Hineintritts des Nerven mehr senkrecht aufsteigen, gegen den von dieser Stelle entferntesten Pol der Schale dagegen mehr horizontal verlaufen. Sie treten dort über die Grenze der *macula acustica*, um dann gegen den Rand derselben umzubiegen (Fig. 17 b). Auch hier ein gleiches Verhalten, wie bei den Menschen und den Säugethieren. In die Nähe des Basalsaums angekommen, gegen den die mehr horizontal verlaufenden Fasern mehr schlingenförmig umgebogen aufsteigen, verlieren auch im *sacculus* die dunkelcontourirten Fasern ihr Mark und laufen entweder, wie es meistens der Fall, als einfach contourirte, wahrscheinlich noch mit einer Scheide versehene Fasern den Basalsaum senkrecht durchbohrend ins Epithel, oder selten zerfallen die blassen Fasern dicht unter dem Basalsaum in wenige Primitivfibrillen, die dann gerade wie beim *utriculus* ins Epithel treten (Fig. 21 d). Der Uebergang der doppelcontourirten in die blasse Faser erfolgt immer allmählig und der äussere Contour setzt sich, wie ich das schon früher von anderen Wirbelthierclassen beschrieben, auf dieselbe continuirlich fort. Das Epithel der Sackwandung ist jenseits der *macula acustica* wie auch im *utriculus* einfaches, unregelmässig polygonales, niedriges, grosszelliges

Pflasterepithel und erst in der Nähe derselben höher werdend, wird es durch Gruppen von flaschenförmigen Pigmentzellen unterbrochen, und geht dann allmählig an der Circumferenz des Gehörflecks in ein hohes, klares Cylinderepithel über, dessen Zellen einen viel geringeren Durchmesser besitzen. Das Epithel der *macula acustica* besteht auch hier aus den charakteristischen Elementen, den indifferenten Zahnzellen und den von ihnen isolirten Nerven oder haartragenden Stäbchenzellen Das Verhältniss beider zu einander tritt namentlich an mit Osmiumsäure behandelten Präparaten und bei Flächenansichten zu Tage (Fig. 18). Bei hoher Einstellung sehen wir zunächst discrete, über das ganze Gesichtsfeld zerstreut liegende, das Licht stark brechende Pünktchen (Fig. 18 b), die bei tieferer Einstellung als Zellen zugehörig sich erweisen, die tiefer schwarz gefärbt als ihre Umgebung, rundlich oder unregelmässig polygonal (Fig. 18 c) erscheinen und bei noch tieferer Einstellung einen Kern mit Kernkörperchen erkennen lassen. Diese sind von helleren, leicht granulirten Zellen umgeben, deren Kerne man nur bei tiefster Einstellung zu Gesicht bekommt, und die sich ebenfalls etwas unregelmässig polygonal darstellen. Die dunklen sind die Stäbchenzellen, die auf den Querschnitt (Fig. 21 b und 22) die bekannte Flaschenform zeigen. Die stark lichtbrechenden Pünktchen sind der optische Querschnitt der Härchen, die hellen Zellen sind die Zahnzellen, die in der Gegend des Bauchs der Stäbchenzellen eine Einschnürung besitzen und mit ihrem Kerne dem Basalsaume aufsitzen. Die Stäbchenzelle trägt auch hier am freien Ende den Verdickungssaum (Fig. 22 c), aus dem geschlängelt und ungemein spitz auslaufend das feine Haar sich erhebt. Der Kern liegt im Bauch der Flasche, oberhalb des Kerns der Zahnzellen (Fig. 22 b). Das Protoplasma der Zelle ist gekörnt, das untere Ende zugespitzt und auch hier gelang es mir die Verbindung mit den Nerven auf dieselbe Weise wie beim *utriculus* nachzuweisen (Fig. 21 d). Es war ein feines nervöses Fädchen, welches sich bis zur doppeltcontourirten Faser unter dem Basalsaum verfolgen liess, doch habe ich die blasse Faser als Ganzes sich ans untere Ende der Stäbchenzelle begeben sehen. Auch hier bilden die blassen Fasern einen intraepithelialen Plexus oberhalb der Kerne der Zahnzellen, mit denen sie sich niemals verbinden und unterhalb der Kerne der Stäbchenzellen und begeben sich zu oft weit entfernten Nervenendapparaten. Die Hohlräume, in denen sie zwischen den Zahnzellen verlaufen, kommen auch hier an stark erhärteten Präparaten oft als ein ausserordentlich feines Maschennetz zwischen den unteren Theilen der Stäbchenzellen und der kernhaltigen Partien der Zahnzellen zum Vorschein. Der *macula acustica* liegt die Otolithenmasse auf, die in ihrer Form der Form des Gehörflecks entspricht. Zu deren Anatomie glaube ich neue Beiträge liefern zu können.

Nahm ich früher an, die Otolithen lägen auf einer homogenen Membran, in die die Haare der Stäbchenzellen ragten, so glaube ich jetzt, dass dieselben in einem vollkommen geschlossenen Sack liegen, der namentlich an der der *macula acustica* abgewandten Fläche ausserordentlich dünnwandig ist, so dass die lose innerhalb desselben gelagerten Crystalle sehr leicht bei nur geringfügigen Insulten heraustreten und den Sack zusammenfallen machen. Die Wandung des Sacks ist eine homogene Cuticularmembran, die wahrscheinlich von der indifferenten Bekleidung der charakteristischen Labyrinthabtheilungen, wo sie sich findet, abgeschieden ist, und zeigt nur hie und da körnige Einlagerungen, von denen ich annehmen möchte, dass sie entweder nicht zum Sack gehören, oder durch Einfluss der Reagentien in demselben entstandene Produkte sind. Diese allseitig geschlossene Membran ist etwas dicker im Bereiche der *macula acustica*, deren Epithel sie unmittelbar aufliegt, und an dieser Stelle sehen wir bei Betrachtung von der Fläche ein deutliches *reticulum* auftreten (Fig. 20), dessen Maschenräume unregelmässig polygonal gestaltet, bald grösser, bald etwas kleiner erscheinen und der Ausdruck der Oeffnungen blindgeschlossener weiter Kanäle sind, in die die Haare der Stäbchenzellen hineinragen. Einige solcher Maschen sind auch wohl auf die polygonalen Zahnzellen zurückzuführen, jedoch lässt sich nicht mit voller Sicherheit erkennen, wie viele von den Eindrücken auf Rechnung der Zahn-, wie viele auf Rechnung der Stäbchenzellen kommen. Die die Maschen begrenzende Substanz giebt der Membran zuweilen ein leicht streifiges Aussehen. Die ausserhalb des Bereichs der *macula* liegende Wand des Otolithensacks scheint mir eine mehr gleichmässige, homogene Structur zu besitzen, jedoch habe ich noch hier und da, wenn auch sehr verwaschene Maschenzeichnungen gesehen. Durch Verschiebung des Focus kann man sich davon überzeugen, dass wir es wirklich mit Eindrücken in der Substanz zu thun haben. Solche auf Querschnitten zu Gesicht zu bringen, habe ich aufgeben müssen, weil die Membran so ausserordentlich locker der Oberfläche des Nervenepithels anhaftet. Ich zweifle jetzt kaum, dass wir auch in der Otolithenmasse der *lagena* es mit einem solchen Otolithensack zu thun haben.

Dies die Verhältnisse des häutigen Vorhofs, die mit denen bei den Säugern und Menschen gefundenen im schönsten Einklang stehen, und es bleibt mir nur noch übrig einen Befund näher zu beschreiben, der ein hohes Interesse für den Bau des Gehörorgans in der Wirbelthierreihe überhaupt hat. Es betrifft nämlich die Existenz einer *cupula terminalis* oder *membrana Conti* in den Ampullen der Vögel. Im ersten Heft dieser »Anatomischen Studien« musste ich die Cyprinoiden in dieser Beziehung als eine Ausnahme unter sämmtlichen Wirbelthieren hinstellen, allein speciell auf diesen Punkt gerichtete Untersuchungen haben mir auch bei

den Vögeln zum Anblick der *cupula terminalis* Lang's verholfen. Es glückte jedoch nur in seltenen Fällen bei sorgsamer Behandlung der Ampullen und schonsamer Erhärtung derselben dieses interessante Gebilde zu sehen, und selbst da ist es mir nicht gelungen, die Membran in *situ* zu beobachten. Ich habe sie nur losgelöst gesehen und nur die völlige Uebereinstimmung im Aussehen mit dem gleichen Gebilde bei den Fischen und den Schildkröten lässt mich annehmen, dass auch die Lagerung die gleiche ist. Es ist eine unendlich zarte, durchsichtige, homogene, entsprechend der Wölbung der *crista acustica* schalenförmig gekrümmte Cuticularmembran, die sich bis an die Grenze des Nervenepithels erstreckt, und die in der Längsrichtung der *crista* gestreift erscheint. An der dem Nervenepithel aufliegenden, ausgehöhlten Fläche bemerkt man gerade wie an der Wand der Otolithensäcke viele Eindrücke, in die die Härchen der Stäbchenzellen ragen, und deren Oeffnungen als rundliche Maschenräume erscheinen, zwischen denen feine Substanzbrücken ziehen, die das streifige Ansehen bedingen. Ich werde auf diese *cupula* bei den Reptilien und Fischen wieder zu sprechen kommen.

Soweit die Schilderung des Labyrinths der Vögel, und ich hoffe, dass die Aehnlichkeiten zwischen dieser Form des Gehörapparates und der der Menschen und Säuger deutlich vorliegt.

Würzburg, den 1. April 1870.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. IX. Fig. 1. Vergr. $^3/_1$. Das knöcherne Labyrinth eines Huhns von der Seite gesehen *in situ*. *a*. Kanal für die *carotis interna*. *b*. *nervus petrosus superficialis major*. *c*. *foramen ovale s. vestibulare*. *d*. Knochenstäbchen. *e*. *foramen communicans* zwischen dem *recessus cavi tympani* und den Luftzellen des Hinterhauptknochens *f*. *foramen cochleare s. rotundum* mit der ampullenartigen Erweiterung der *scala tympani* *g*. *nervus glossopharyngeus* *h*. *nervus vagus* *i*. Horizontaler Bogengang *k*. Frontaler Bogengang. l. Sagittaler Bogengang.

,, Fig. 2. Vergr. $^4/_1$. Der *recessus* der Paukenhöhle und das Labyrinth mit seiner Umgebung theilweise herauspräparirt, von der Seite gesehen in *situ* (Gans). *a*. Blutgefäss in der im Umfange des sagittalen Bogengangs befindlichen Ausweitung der Schädelhöhle. *b*. Blutgefäss in Begleitung des horizontalen Bogengangs. *c*. *foramen communicans*. *d*. Knochenkanal für den *nervus vagus*. *e*. Absteigender Theil des *canalis Fallopiae*. *f*. *membrana tympani secundaria*. *g*. *columella*. *h*. *carotis interna*. *i*. Gefäss im *canalis Fallopiae*. *k*. *nervus petrosus superficialis major*. *l*. Anfangstheil des *canalis Fallopiae*. *m*. dritter Ast des *trigeminus*.

Taf. IX. Fig. 3. Vergr. $^4/_1$. Dieselben Theile wie in der vorigen Figur weiter isolirt, nach Wegnahme des über das *foramen communicans* weggehenden Theils des *canalis facialis* und Herausnahme der darin befindlichen Gefässe und Nerven und Wegnahme der *columella*. *a. nervus hypoglossus*. *b. nervus vagus*. *c. ganglion supremum nervi sympathici*. *d. nervus vagus*. *e.* Absteigender Theil des *canalis Fallopiae*. *f.* Horizontaler Theil des *canalis facialis*. *g. foramen communicans* von aussen geöffnet. *h.* Ausstülpung der Schleimhaut des *recessus cavi tympani* in den Umfang des horizontalen Bogengangs *i. foramen vestibulare s. ovale*. *k.* Knochenstäbchen zwischen diesem und dem *foramen rotundum s. cochleare*. *l. membrana tympani secundaria*.

,, Fig. 4. Vergr. $^4/_1$. Der hintere Theil der Schädelhöhle einer Gans mit isolirtem Labyrinth und den durch die Schädelbasis tretenden Theilen. *a.* Schädelhöhlenöffnung des *canalis facialis* theilweise abgetragen. *b. nervus acusticus* im *meatus auditorius internus*. *c.* Schneckenspitze. *d. nervus glossopharyngeus*. *e. nervus vagus* in ihren Knochenkanälen. *f. g. glossopharyngeus* und *vagus* im *foramen jugulare*. *h. dura mater* Fortsetzung in die *apertura aquaeductus cochleae*.

,, Fig. 5. Vergr. $^4/_1$. Dasselbe Präparat wie in Fig. 3 nach Wegnahme der *membrana tympani secundaria* und des *bulbus venae jugularis*. *a. nervus hypoglossus*. *b. vagus*, *c. ganglion supremum nervi sympathici* *d. glossopharyngeus*. *e.* Loch für den Austritt der Jugularvene aus der Schädelhöhle. *f.* u. *g. glossopharyngeus* und *vagus* im Bereich des *foramen cochleare*. *h. foramen cochleare s. rotundum*. *i.* Knochenstäbchen zwischen demselben und dem *foramen vestibulare*.

,, Fig. 6. Vergr. $^4/_1$. Das Präparat wie in Fig. 4 etwas um die Längsachse nach aussen gedreht, nach Eröffnung der Knochenkanäle für die Nerven, nach Wegnahme dieser und des *bulbus venae jugularis*, um das Verhalten der *membrana tympani secundaria* und des *foramen rotundum* zu zeigen. *a. carotis interna*. *b. membrana tympani secundaria*. *c.* Kanal für den *glossopharyngeus*. *d. facialis* und Gefäss. *e.* Kanal für den *vagus*. *f.* Knochenstäbchen zwischen *foramen vestibulare* und *cochleare*. *g.* die Anheftung der *membrana tympani secundaria*.

,, Fig. 7. Vergr. $^3/_1$. Die Paukenhöhle der Gans vollständig geöffnet, sammt *recessus cavi tympani*, nach Herausnahme der Gefässe und Nerven. *a.* Gelenkfläche für den *processus squamosus* des Quadratbeins. *b.* Gelenkfläche für den *processus tympanicus* desselben Knochens. *c.* Paukenhöhlenöffnung der *tuba Eustachii*. *d. nervus petrosus superficialis major*. *e. carotis interna*. *f.* Geöffneter *canalis facialis*. *g. foramen vestibulare* geöffnet. *h.* Knochenstäbchen. *i. foramen cochleare*. *k. foramen jugulare*.

,, Fig. 8. Vergr. $^6/_1$. Das knöcherne Labyrinth eines Huhns von der Aussenfläche geöffnet und mit dem oberen Theil etwas auswärts gedreht. *a.* Ende des sagittalen Bogengangs. *b.* Ende des horizontalen Bogengangs. *c.* Innere Oeffnung der *apertura aquaeductus cochleae*. *d.* Knöcherne Leiste am Umfange des *foramen communicans vestibuli*. *e.* Knöcherne Leiste am Boden der alleinstehenden Ampulle. *f.* Knochenstäbchen zwischen rundem und eirundem Fenster. *h.* Leiste zur Anheftung des dreieckigen Schneckenknorpels. *i.* Innere Oeffnung des Kanals für den *nervus sacculi*. *k. recessus sacculi*. *l.* Leiste im Boden der horizontalen Ampulle. *m.* Innere Oeffnung des Kanals für die Nerven der sagittalen Ampulle. *n.* Innere Oeffnung des Kanals für den Nervenast

des *utriculus* und der horizontalen Ampulle. *o.* u. *q.* Begrenzungsleisten des *recessus utriculi.* *p.* Leiste am Boden der sagittalen Ampulle. *r.* Innere Oeffnung des *aquaeductus vestibuli.* *s.* Ende des frontalen Bogengangs.

Taf. X. Fig. 9. Vergr. $2^1/_2$. Das isolirte Labyrinth eines Huhns von der Schädelhöhlenfläche gesehen, um den *meatus auditorius internus* zu zeigen. *a.* Frontale Ampulle. *b.* Aeussere Oeffnung des *aquaeductus cochleae.* *c.* Schädelhöhlenöffnung des *aquaeductus vestibuli.* *d.* Oeffnung für den Nervenast der alleinstehenden Ampulle. *e.* Oeffnung für den *ramus sacculi.* *f.* Oeffnung für den *nervus cochlearis.* *g.* Sagittale Ampulle. *h.* Oeffnung für den *ramus utriculi.* *i.* Oeffnung für den Nervenast der horizontalen Ampulle.

,, Fig. 10. Vergr. $2^1/_2$. Das isolirte Labyrinth eines Huhns von aussen. *a. foramen communicans.* *b.* Geöffneter *canalis Fallopiae.* *c. apertura recessus cavi tympani.*

,, Fig. 11. Vergr. $^4/_1$. Stück des isolirten Labyrinths eines Huhns von aussen. *a.* Beginn des verengerten Theils der *scala vestibuli.* *b.* Eintrittsöffnung des *nervus cochlearis.* *c. membrana tympani secundaria.* *d.* Knochenstäbchen. *e. tegmentum vasculosum.* *f. canalis facialis* geöffnet.

,, Fig. 12. Vergr. $^3/_1$. Das häutige Labyrinth eines Huhns innerhalb des knöchernen von der Schädelhöhle aus präparirt. *a.* die sagittale Ampulle. *b. utriculus* mit durchschimmernder Otolithenmasse. *c. tegmentum vasculosum* der Schnecke. *d.* Alleinstehende Ampulle. *e. sacculus* mit durchschimmernder Otolithenmasse.

,, Fig. 13. Vergr. $^3/_1$. Die häutige Schnecke und die der alleinstehenden Ampulle benachbarten, häutigen Theile im knöchernen Gehäuse präparirt und etwas von unten gesehen. *a. tegmentum vasculosum* der Schnecke. *b.* Alleinstehende Ampulle. *c. sacculus.* *d.* Oeffnung am Beginn der Schnecke, *apertura canalis cochlearis,* von deren Umfang der *canalis reuniens* *e.* sich zum Sack begiebt.

,, Fig. 14. Vergr. $^{50}/_1$. Die horizontale Ampulle in Verbindung mit dem Boden des *utriculus* von der Schädelhöhlenfläche gesehen. Präparat aus Osmiumsäure. Huhn. *a.* durch die Wand der Ampulle schimmernde *crista acustica.* *b. planum semilunatum.* *c.* Gemeinsamer Nervenzweig. Utricularast. *d.* Zweig für den *utriculus.* *e.* Zweig für die Ampulle. *f.* durchschimmernde *macula acustica* in der kleinen Ausweitung des *utriculus.*

,, Fig. 15. Vergr. $^{70}/_1$. Der Boden des häutigen *utriculus* mit der *macula acustica* des Huhns von innen gesehen. Osmiumsäurepräparat. *a. macula acustica.* *b.* Durchschimmernde Nervenfasern.

,, Fig. 16. Vergr. $^{50}/_1$. Der Boden des häutigen *sacculus* von der Aussenfläche betrachtet. Huhn. Osmiumsäurepräparat. *a.* Durchschimmernde *macula acustica.* *b.* Radienartige Ausstrahlung des Nervenzweiges.

,, Fig. 17. Vergr. $^{50}/_1$. Der Boden des häutigen Sacks des Huhns von innen betrachtet. *a. macula acustica.* *b.* Durchschimmernde Nervenfasern. Osmiumsäurepräparat.

,, Fig. 18. Vergr. $^{500}/_1$. Das Nervenepithel der *macula acustica* des Sacks vom Huhn. Osmiumsäureapparat. *a.* Zahnzellen. *b.* Stäbchenzellen. *c.* Gehör haar.

Taf. X. Fig. 19. Vergr. $^{300}/_{1}$. Querschnitt durch die *macula acustica* des Sacks vom Huhn, Osmiumpräparat. *a.* Otolithenmasse. *b.* Stäbchenzellen. *c.* Kerne der Zahnzellen. *d.* Nervenbündelchen.

,, Fig. 20. Vergr. $^{500}/_{1}$. Ein Stück der Otolithenmembran des Sacks vom Huhn von aussen gesehen. *a.* Vertiefungen der Membran, in die die Hörhärchen ragen. *b.* Leisten zwischen denselben.

,, Fig. 21. Vergr. $^{500}/_{1}$. Ein Stück eines Querschnitts durch die *macula acustica* des Sacks vom Huhn. Präparat aus Osmiumsäure. *a.* Hörhärchen. *b.* Stäbchenzelle in Verbindung mit dem Nerven. *c.* Zahnzellen. *d.* Varicöses Nervenfäserchen zur Stäbchenzelle verlaufend. Die Varicositäten sind zu stark gezeichnet. *e.* Durchschnittenes Knorpelgefäss. *f.* Doppeltcontourirte Nervenfaser. *g.* Kern der Zahnzellen.

,, Fig. 22. Vergr. $^{450}/_{1}$. Isolirte Stäbchenzellen aus dem *sacculus* des Huhns. Alkoholpräparat. *a.* Hörhärchen. *b.* Kern der Stäbchenzelle. *c.* Verdickungssaum. *d.* Zellkörper.

VII.

Das Gehörorgan der Schildkröten

von

Dr. C. Hasse.

Mit Tafel XI—XV.

Der Güte zweier lieber Verwandten, des Herrn Kaufmann H. Schröder in Hamburg und des praktischen Arztes Herrn V. Collstrop in Kopenhagen, denen ich hiermit meinen herzlichsten Dank abstatte, verdanke ich es, dass ich im Stande gewesen bin eingehende Untersuchungen über das Gehörorgan der Schildkröten anzustellen, indem sie mir zwei frisch in Spiritus gelegte Köpfe von *Chelonia Midas* übersandten. Da es mir wesentlich darauf ankam den histologischen Bau des häutigen Labyrinthes zu ergründen, und da ich darauf bedacht sein musste gleich nach Empfang der Präparate, behufs besserer Konservirung der zarten Theile dem Alkohol besseren Zutritt zu ihnen zu verschaffen, so war das Material nicht ausgiebig genug, um nach allen Richtungen hin die Verhältnisse der accessorischen Theile, namentlich der Paukenhöhle zu untersuchen, und so möge man entschuldigen, wenn meine Angaben in dieser Beziehung nicht so vollständig lauten, wie ich es wohl wünschte, und wie es der Wichtigkeit des Gegenstandes angemessen wäre. Ich darf aber wohl hoffen, dass in nicht zu ferner Zeit competente Forscher die vergleichend anatomisch so wichtige Untersuchung der gesammten Paukenhöhle aufnehmen, und trotz der Mannigfaltigkeit der Formen, besser als es durch mich geschehen, das Wesen im Bau und die Einheit desselben bei den mit einem äusseren Ohr begabten Wirbelthieren ins klare Licht stellen und die successive Weiterentwicklung der ursprünglich einfach angelegten Theile ins Einzelne verfolgen werden. Wünschenswerth wäre es ferner gewesen, auch in den anderen Abtheilungen der Reptilien über den Bau des Ohrs Untersuchungen anzustellen und sich nicht auf die Schildkröten

allein zu beschränken, allein ich glaubte, indem ich einen Repräsentanten der Klasse herausgriff, dadurch das Wesen im Bau des Gehörorgans innerhalb derselben feststellen zu können und alle bisherigen Untersuchungen von Comparetti,[1]) Scarpa,[2]) Rathke,[3]) Windischmann[4]) und Deiters[5]) weisen darauf hin, dass principielle Differenzen bei den einzelnen Reptilien nicht vorhanden. Man vermag sich bei Untersuchung einer Form ein Bild des Verhaltens bei allen zu machen und kann sich ein Urtheil bilden, wie sich dieselbe nach oben hin gegen die Vögel, nach unten hin zu der Form der Amphibien entwickelt, allein immerhin sind es nothwendige Untersuchungen, die die feinen Modificationen innerhalb der einzelnen Abtheilungen der Reptilien ausfindig machen müssen, denn nur dann ist das Urtheil ein absolut klares, und es herrschen keine Sprünge, die die Continuität in der Fortbildung des Gehörorgans stören. In dieser Beziehung werden die Untersuchungen bei den Crocodilen und den Eidechsen meiner Ansicht nach die lohnendste Ausbeute liefern. Trotz mangelnder eigener Untersuchungen halte ich mich nach den, wenn auch nicht gerade erschöpfenden Angaben von Windischmann[6]) und Deiters[7]) überzeugt, dass namentlich bei den Eidechsen wichtige Uebergänge zu dem eigenthümlich gestalteten Labyrinth der Frösche sich finden.

Die Bearbeitungen, die das vorliegende Thema erfahren, sind nicht besonders zahlreich. Von den Abhandlungen ist, abgesehen von Comparetti, vor allem Scarpa[8]) und dann auch Bojanus[9]) zu erwähnen, dessen Werk mir leider nicht im Original zugänglich war. Die mikroskopischen Verhältnisse haben vor allem Windischmann und Steifensand[10]) und in der neuesten Zeit Deiters[11]) berücksichtigt, der freilich in seiner Abhandlung über das Gehörorgan der Amphibien seine Schilderung wesentlich den Eidechsen entnimmt, auf dessen Angaben ich jedoch bei verschiedenen Gelegenheiten als die einzigen gründlichen, was Histologie betrifft, zurückkommen muss. Was die Abbildungen betrifft, so sind die von Scarpa wegen ihrer Trefflichkeit nicht genug zu rühmen, während die der übrigen Autoren ihnen bedeutend nachstehen, und auf diese möchte ich als auf eine Ergänzung meiner ersten Abbildungen ganz besonders hingewiesen haben.

Sehen wir noch bei den Vögeln die Höhle des mittleren Ohrs in ihrer Form grosse Uebereinstimmung mit den Verhältnissen bei dem Menschen

---

1) Observationes anatomicae de aure interna comparata. Pataviae 1789.
2) Anatomicae disquisitiones de auditu et olfactu. Ticini 1789.
3) Ueber die Entwicklung der Schildkröten. Braunschweig 1848.
Entwicklungsgeschichte der Natter. Königsberg 1839.
4) De penitiori auris in amphibiis structura. Lipsiae 1831.
5) Ueber das innere Gehörorgan der Amphibien. Müllers Archiv 1862.
6) l. c. 7) l. c. 8) l. c. 9) Anatome testudinis. 10) Müllers Archiv 1835. 11) l. c.

und den Säugern darbieten, und liess sich die eine Form zwanglos aus der anderen herleiten, so würde man dagegen in grosse Verlegenheit kommen, wollte man die Paukenhöhle der Schildkröten unmittelbar mit der des Menschen vergleichen, ohne die in den Vögeln gegebenen Zwischenstufen in Betracht zu ziehen, und selbst der Vergleich mit diesen ist nicht so ganz leicht, da die einzelnen constituirenden Bestandtheile gewaltige Modificationen erleiden. Ich will hier keine erschöpfende Darstellung der Paukenhöhle, wie ich schon vorhin angedeutet, liefern und Manches wird sich vielleicht in der folgenden Beschreibung finden, was bei ausgedehnter Betrachtung als nicht vollkommen richtig sich herausstellt, allein die wesentlichen Punkte, die ich hier hervorheben werde, glaube ich richtig erfasst zu haben und nur an diese bitte ich den Massstab strenger Kritik zu legen.

Wir sahen, dass die Paukenhöhle der Vögel immer noch die Y Gestalt zeigte, die Henle als die Grundform derselben beim Menschen angegeben, und die Uebereinstimmung dieser wichtigen Cavitäten in den beiden Thierklassen tritt in einem ganz besonderen Maasse bei denjenigen Vögeln auf, die, wie schon Platner [1]) nachgewiesen, einen vollständigen Paukenring besitzen. Wir sahen, dass das unter anderen bei den Hühnern der Fall war, die ja auch sonst in den Verhältnissen des *recessus cavi tympani* den Säugern am nächsten stehen, somit eine höhere Stufe in dieser Beziehung einnehmen. Dieser Paukenring findet sich an denjenigen Knochen, die wie bei den Säugern den Gehörapparat umschliessen helfen (*prooticum opistoticum s. mastoideum* und *squamosum*), die zusammen homolog dem *os petrosum* sind, und zeigt eine Stellung wie das Trommelfell, das heisst hinten und unten am weitesten medianwärts gerichtet und unten fast bis an die untere Grenze der inneren Paukenhöhlenwand reichend. Er begrenzt zugleich mit seinem vorderen, oberen Umfange den Eingang zur *tuba*, hilft das Dach derselben bilden, während der Boden und die äussere Wand von dem *basisphenoidale*, die innere dagegen von dem *prooticum* gebildet wird. Bei diesen Vögeln fällt der eigenthümliche Knochen, das für uns so wichtige Quadratbein, ganz ausser dem Bereich des *cavum tympani*, articulirt nach vorne, oben mittelst des Schuppenfortsatzes mit dem *os squamosum* und hilft nach vorne hin den *meatus auditorius externus* schliessen, dessen Boden von dem *basisphenoidale*, dessen Hinterwand von dem *occipitale laterale*, und dessen Dach von dem *os squamosum* gebildet wird. Es giebt nun aber, wie wir bereits wissen, eine Abtheilung der Vögel, bei denen der Ring des Paukenfells und zwar vorne, oben unvollständig ist, und diese Lücke wird durch den Paukenhöhlenfortsatz des Quadratbeins dieser Thiere ausgefüllt, der, wie es bei

1) Bemerkungen über das Quadratbein und die Paukenhöhle der Vögel. Leipzig 1839.

den Gänsen der Fall, mit einem kurzen *processus articularis* oberhalb der *apertura externa recessus* und des *canalis Fallopiae* eine Gelenkverbindung eingeht. Dadurch kommt das Quadratbein in den Bereich der Paukenhöhle zu liegen, dasselbe bildet einen Theil des Dachs derselben, namentlich des Dachs des *introitus tubae* und dient zur Anheftung des Trommelfells, an dessen Stellung und Verhalten jedoch im Uebrigen nichts geändert wird. Diese Modification ist aber für uns bei der Betrachtung der Verhältnisse bei den Schildkröten von ausserordentlicher Wichtigkeit, weil sie der letzte Ueberrest eines bei diesen und bei den niederen Wirbelthieren überhaupt allgemeinen Verhaltens ist, dass das Quadratbein das Trommelfell trägt und bei der jetzt zu betrachtenden Thierklasse den grössten Theil der Wandung des *cavum tympani* bildet.

Sehen wir bei den Vögeln, wie bei den Gänsen, das *os quadratum* allerhöchstens mit zwei Fortsätzen, dem *processus squamosus* und *tympanicus* eine Gelenkverbindung mit den Knochen, die zum Gehörapparat in Beziehung treten, eingehen, während der untere Fortsatz, der den Unterkiefer trägt, ausser Verbindung mit dem *basisphenoidale* an dessen vorderem Rande vorbeigeht, und der von Platner sogenannte Muskelfortsatz, der sich nach vorne und innen, nach oben von dem *os pterygoides* und unterhalb der Durchtrittsstelle des dritten Astes des *trigeminus*, erstreckt, ohne Verbindungen zu haben von dem *prooticum* und den grossen Keilbeinflügeln getrennt bleibt, so sehen wir dagegen bei den Schildkröten sämmtliche Fortsätze des *os quadratum* mit den benachbarten Knochen Nahtverbindungen eingehen und eigenthümliche Modifikationen erleiden. Man kann es auch so ausdrücken: das bei den Schildkröten feste Quadratbein wird bei den Vögeln durch eine Spaltung aussen von dem *basisphenoidale* und dem unteren Theil des *prooticum* frei, und nur die Verbindung mit dem *os squamosum* und dem oberen Theil der das Labyrinth bildenden Knochen bleibt, welch letztere Verbindung sich dann auch bei einigen Vögeln löst, so dass nur die erstere übrig bleibt. Diese ist selbst dann noch vorhanden, wenn wie bei den Säugern und dem Menschen das Schaltstück des Unterkiefers, das *os quadratum*, verschwunden. Bei dieser festen Verbindung, die das Quadratbein der Schildkröten zeigt, sind die Fortsätze viel massiver und ausgedehnter. Schuppen- und Paukenhöhlenfortsatz, die schon bei den Vögeln nahe beisammen liegen, so dass ihre *cavitates glenoidales* nur durch eine schmale Furche getrennt sind, bilden einen dicken, nach oben abgerundeten Fortsatz, der namentlich in dem dem *processus tympanicus* entsprechenden Theile, der sich mit dem verdickten und nach aussen vorspringenden *pro-* und *opistoticum* verbindet, weit nach hinten sich erstreckt, so dass dadurch das *os occipitale laterale* an der hinteren Schädelwand gleichsam medianwärts verdrängt wird (Fig. 3 E) und sich weit weniger nach aussen von

dem *foramen magnum occipitis* ausdehnt. Ragt bei den Vögeln die Verbindung des Paukenhöhlenfortsatzes nicht über den Umfang der *apertura recessus cavi tympani* und somit des *foramen vestibulare s. ovale* nach hinten, so ist das bei den Schildkröten in hohem Maasse der Fall. Mit dem *opistoticum* (Fig. 3 C) überdacht dasselbe (Fig. 3 B) diese Oeffnung (Fig. 3 H), und somit ist es einleuchtend, dass der *processus tympanicus* und der Labyrinthknochentheil, mit dem er sich verbindet, noch mehr wie bei den Gänsen das Dach der Paukenhöhle bilden muss. Dann verbindet sich aber auch das *os quadratum* mit dem äusseren, vorderen Theile des *os pterygoides* (Fig. 3 D) und mit dem *prooticum*, jedoch so, dass zwischen beiden Verbindungen ein Raum frei bleibt, der zur Aufnahme von Trigeminusästen bestimmt ist, wie wir ja auch einen solchen bei den Vögeln hinter dem Körper des *os quadratum* und dem *processus muscularis* auftreten sahen. Gerade so wie durch den *processus tympanicus* und das *opistoticum s. mastoideum* das seitliche Hinterhauptsbein medianwärts verdrängt wurde, gerade so sehen wir auch das mit dem *processus muscularis* verbundene *os pterygoides* (Fig. 3 D), die ja beide bei den Vögeln frei sind, das *os sphenobasilare* medianwärts verdrängen, indem sie sich breit, plattenartig und zugleich beträchtlich gegen die hintere Schädelwand ausdehnen. Nun wissen wir aber von den Vögeln her, dass das seitliche Hinterhauptsbein und das *sphenobasilare* die Hinterwand und den Boden des *meatus auditorius externus* bilden, resp. letzteres die vordere Wand und den Boden der *tuba;* statt dieser treten nun aber in ungemeiner Entwicklung die Fortsätze des *os quadratum*, das *opistoticum* und *pterygoideum* auf, und somit sollten diese eigentlich die Funktion jener Knochen übernehmen, allein dem ist nicht so. Mit dem Verdrängtwerden der bei den höheren Thieren den *meatus* oder die knöcherne *tuba* bildenden Knochen hört die Bildung derselben auf. Correct ausgedrückt lautet der Satz. Bei den niederen Wirbelthieren existirt kein äusserer Gehörgang und keine knöcherne Tuba. Diese bilden sich erst dann, wenn das seitliche Hinterhauptsbein und das *basisphenoidale* von der Medianlinie aus seitlich sich entwickeln, sie fehlen, so lange diese Entwicklung geringfügig, möge dabei das *os quadratum* wie bei den Schildkröten mit seinen Fortsätzen in mächtiger Entwicklung, oder wie bei den Amphibien, worauf ich später zu sprechen komme, und den Eidechsen in relativ geringer Ausbildung vorhanden sein. Die Beziehung aber, welche das *os quadratum* zum mittleren Ohre bei den Vögeln hat, bleibt bei den Schildkröten, ja es findet hier sogar ein weit innigeres Verhältniss der Theile zu einander statt, oder im Sinne der Darwinschen Theorie ausgedrückt, die innigen Beziehungen des Quadratbeins zu dem mittleren Ohr lösen sich allmählig bei den Vögeln bis zur vollständigen Trennung, so dass bei den Säugern auch nicht einmal eine Spur des Trägers dieser Beziehungen vorhanden ist, sondern

andere Theile an die Stelle treten, und zwar die vorhingenannten Knochen. Das Quadratbein trug bei einigen Vögeln einen Theil des Trommelfells und bildete das Dach der Paukenhöhle, bei den Schildkröten sehen wir dagegen das *os quadratum* weit nach hinten über den Zugang zur Labyrinthhöhle hinübergekrümmt, und nicht blos oben, sondern auch unten durch die mächtige Entwicklung des mit dem *processus muscularis* verbundenen Flügelbeins, welches ja das *sphenobasilare* unter dem *foramen vestibulare* ganz medianwärts verdrängte, ebenso wie durch den oberen Theil das seitliche Hinterhauptsbein verdrängt wurde. Es bildet somit einen Ring, der geschlossen, oder offen wohl geeignet ist das Trommelfell aufzunehmen. Entsprechend der grösseren Entwicklung des oberen Theils muss, wenn ein Verschluss stattfindet, derselbe unten, hinten liegen. Was den Verschluss betrifft, so findet ein Wechsel statt und das ist um so interessanter, weil sich innerhalb der Klasse der *Chelonier* in dieser Beziehung allmählige Uebergänge finden, die uns besonders noch bei der Betrachtung des *recessus cavi tympani* interessiren werden. *Testudo* bildet den einen Endpunkt der Reihe, *Chelonia* den anderen, und beide verbindet dann *Emys*. Die erste Familie steht den Vögeln, die zweite den Batrachiern näher. Indem nun das Quadratbein ringförmig, entweder vollständig, oder unvollständig die Paukenhöhle umschliesst und zugleich in seinem Durchmesser von innen nach aussen zunimmt, so müsste also die Paukenhöhle einen cylindrischen Raum repräsentiren, dessen eine Oeffnung unter der Haut an der Aussenfläche des Quadratbeins sich findet, und der nach innen hin mit der Paukenhöhlenwand der Labyrinthknochen abschlösse. Allein das ist nicht der Fall, sondern zugleich verdickt sich das Quadratbein in seinem Paukenhöhlenfortsatz in der Mitte, verengt dadurch gleich nach innen von der äusseren Oeffnung den Raum, die Paukenhöhle, drängt ihn zugleich gegen den Boden des Schädels hin, und verwandelt ihn zu einem plötzlich enger werdenden Kanal, der sich an der Aussen- und Innenfläche des Quadratbeins plötzlich erweitert, und in diesem liegt dann die *columella*, die denselben fast vollkommen ausfüllt. Bei *Testudo* (Fig. 1 f.) ist dieser verengte Paukenhöhlenkanal bis auf eine kleine Stelle aussen, fast vollkommen knöchern verschlossen, bei *Emys* dagegen nach unten und hinten spaltförmig offen (Fig. 2), während bei *Chelonia* der knöcherne Verschluss noch geringfügiger ist (Fig. 3 F) und am skelettirten Knochen der Kanal nur eine Rinne bildet, die erst durch accessorische Weichtheile verschlossen wird.

Wie verhält sich nun aber bei dieser eigenthümlichen Gestaltung des *cavum tympani* das Trommelfell? Bei den Vögeln, bei denen der Paukenhöhlenfortsatz des Quadratbeins innerhalb der Paukenhöhle liegt, sehen wir dasselbe an der Aussenseite dieses *processus* angeheftet und sich mehr an den *processus squamosus*, der von hinten und unten her etwas ent-

sprechend ausgehöhlt erscheint, und an das *os squamosum* selber anlehnen. Dies Verhalten ist wichtig. Der Paukenhöhlenfortsatz zeigt, wie ich so eben auseinandergesetzt, eine mächtige Entwicklung, namentlich auch nach aussen hin, und da das Trommelfell nun an seiner Aussenseite liegt, so muss der obere Theil desselben durch die Entwicklung im transversalen Durchmesser immer weiter lateralwärts getrieben werden. Zugleich ist aber das Trommelfell unten wegen der Entwicklung desselben nach hinten von dem *os quadratum* aufgenommen, und demnach kann sich dasselbe nicht wie bei den Vögeln an den unteren Theil der Labyrinthknochen anheften, sondern muss auch hier durch ersteren, entsprechend der Massenentwicklung dieses Theils des Knochens nach aussen gedrängt werden, und da nun diese Entwicklung oben und unten ziemlich gleichmässig, so sehen wir das an der Aussenfläche des Quadratbeins liegende, wenigstens bei *Testudo* und *Emys* im Ring desselben ausgespannte Trommelfell, weit von den Labyrinthknochen abgedrängt, unmittelbar unter der Haut liegen und fast senkrecht gestellt, im Anklang an die Verhältnisse bei den Vögeln nur hinten und unten etwas medianwärts abweichen und die Paukenhöhle nach aussen hin abschliessen. Wegen der Reduction des *os quadratum* der Vögel von aussen nach innen, wegen der Entwicklung der Hinterhauptsknochen und des *basisphenoidale* nach aussen kommt also das Trommelfell von der äusseren Körperbedeckung sich entfernend in der Tiefe zu liegen, und das gilt in noch beträchtlicherem Masse von den Säugern und dem Menschen. Da wir nun wissen, dass wenigstens bei der Mehrzahl der Schildkröten das Trommelfell nach aussen von dem sich verdickenden *processus tympanicus* in der ringförmigen Oeffnung, die oben durch den *processus squamosus* gebildet wird, ausgespannt ist, so muss, da dieser Ring bei keiner Schildkröte nach aussen hin vollkommen knöchern geschlossen ist, wie wir das vorhin selbst bei *Testudo* sahen, bei erhaltener *membrana tympani* unten und hinten am knöchernen Schädel eine Lücke sich finden (Fig. 1 e), die in den Raum zwischen dem zarten Trommelfell und der Aussenfläche des *processus tympanicus* hineinführen muss, welcher nach unten hin in den die *columella* umschliessenden Kanal der Paukenhöhle führt. Diese Oeffnung ist die Paukenhöhlenmündung der *tuba Eustachii*, die ausserordentlich kurz, im Wesentlichen von Weichtheilen gebildet im Dach der hintern Rachenabtheilung an der Innenfläche der Wurzel des den Unterkiefer tragenden Fortsatzes des Quadratbeins mündet.

Die Beziehungen der *tuba* sind also auch wesentlich verändert. Es fehlt die *pars ossea* der höheren Thiere, sie ist, und das ist ihr ursprüngliches Verhalten, mit dem Trommelfell näher an die Aussenfläche des Kopfes gerückt. Sie hat nur partiell eine knöcherne Wand, oder besser gesagt sie lehnt sich nur partiell an einen Knochen an und zwar an eine

seichte Furche auf der Unterfläche des Quadratbeins, und im Uebrigen besteht sie nur aus Weichtheilen. Auch diese Verhältnisse lassen sich aus den veränderten Beziehungen des *os quadratum* zu den benachbarten Theilen ableiten. Das Trommelfell schliesst bei den Vögeln und Säugethieren nicht blos die Paukenhöhle, sondern auch die Mündungen der Nebenräume, somit auch die der *tuba* nach aussen hin ab. Indem nun durch das Massenwachsthum des *os quadratum,* in dessen Ring die *membrana tympani* befestigt ist, diese sich nach aussen hin von den Labyrinthknochen entfernt und unter der Haut zu liegen kommt, müsste sich gleichzeitig die *tuba Eustachii* bei sonst sich gleichbleibenden Verhältnissen verlängern, allein dies ist nicht der Fall, da die die Wandungen derselben bildenden Theile wesentlichen Veränderungen, Reduktionen, unterliegen. Bei den Vögeln wird die Tuba wesentlich durch das *os sphenobasilare* gebildet, welches weit nach aussen sich erstreckend die Tuba bis zur äusseren Begrenzung der Paukenhöhle leitet, allein wie wir gesehen haben ist dieser Knochen bis auf ein geringfügiges Stück vor dem *occipitale basilare* reducirt, und er ist daher nicht im Stande die Beziehungen zur Paukenhöhle aufrecht zu erhalten, deren Wandungen ja wesentlich vom *os quadratum* gebildet werden, um so weniger, da das Trommelfell, also die äussere Begrenzung, lateralwärts rückt. Es ist aber auch nicht nothwendig, da statt dieses *os sphenobasilare*, welches bei den Vögeln die Tuba zur seitlichen Rachenwand, oder, wenn man so will, die Rachenschleimhaut zur Paukenhöhle hinleitet, bei den Schildkröten vor allem das *os pterygoides* tritt, welches die Decke des Rachens bildend den Raum desselben, wenn man so will, der durch die Entwicklung des Quadratbeins nach aussen getriebenen lateralen Wand der Paukenhöhle, dem Trommelfelle, nähert und somit einen weiten Verlauf der Tuba gegenstandslos macht. Die Tuba reducirt sich also bei den Schildkröten wegen der Ausdehnung des Rachens nach aussen von der Rachenmündung gegen die Paukenhöhlenmündung, und so sehen wir denn, wenn wir den naturgemässen Gang der Dinge verfolgen, dass dieselbe, die sich bei den Schildkröten, überhaupt bei den niederen Thieren an der Innenwand des Trommelfells, nach innen von dem Tragapparat des Unterkiefers in den Rachen direkt öffnet, der sich nach aussen wegen der das Dach desselben bildenden und mit dem Quadratbein zusammenhängenden Knochen ausdehnt, bei den Vögeln mit der Reduktion des Quadratbeins, mit der tieferen Lagerung des Trommelfells, mit der Verschiebung der das Dach der Rachenhöhle constituirenden Knochen weiter medianwärts, ebenfalls in die Tiefe sinkt, und dann durch das nach aussen hin sich entwickelnde *sphenobasilare* zum Rachen geleitet und von demselben umschlossen wird. Dadurch wird die häutige Tuba, wenigstens in ihrem Paukenhöhlentheil, in eine knöcherne verwandelt.

Zeigt nun die *membrana tympani* bei den *Cheloniern* dieselben Beziehungen zur Tuba wie bei den höheren Wirbelthieren, so frägt sich nun noch, ob die andere wichtige Communication der Paukenhöhle mit den Hohlräumen der Kopfknochen dieselben Verhältnisse zeigt, wie bei den Vögeln. Mündete bei diesen Thieren die Tuba wie bei den Schildkröten am vorderen, unteren Umfange des Trommelfells, so sehen wir dagegen die andere Communication im oberen Umfange derselben auftreten. Die Oeffnung zeigt sich bei den Vögeln nach oben und aussen von dem *processus tympanicus*, nach hinten innen von dem *processus squamosus* und führt in die Luftzellen des *squamosum*, *occipitale laterale* und der Labyrinthknochen hinein. Mit dem *os quadratum* rückt auch das *squamosum* nach aussen, und damit entfernt sich auch die an der Aussen-Unterfläche desselben gelegene Communicationsöffnung, indem sie immer dieselbe Lage zum Trommelfell inne hält, lateralwärts und trennt sich immer mehr von dem reducirten *occipitale laterale* und selbst dem *opistoticum*. Die Hohlräume, zu denen diese Communication von der Paukenhöhle her den Zugang bildete, erreichen diese Knochen nicht mehr, sondern beschränken sich auf das *os squamosum* und das mächtig ausgedehnte Quadratbein, dessen ganzen Schuppen und Paukenhöhlenfortsatz sie, wenigstens bei *Testudo* und *Emys*, in Gestalt einer weiten Höhle ausfüllen. Am geringfügigsten sind die Hohlräume bei *Chelonia*, kaum angedeutet. Sie bilden eine seichte Delle an der Aussenfläche zwischen *processus squamosus* und *tympanicus*, deren weite Mündung mit der grossen oberen Abtheilung des weiten trichterförmigen Beginns der Paukenhöhle zusammenfällt, ein Raum, der bei Scarpa [1]) Tab. V. Fig. XII auf dem Querschnitt abgebildet und mit d bezeichnet erscheint, während in der unteren Abtheilung einmal die Tuba, dann aber auch der kanalartig verengerte Theil der Paukenhöhle zur Aufnahme der *columella* sich findet.

Dies die Verhältnisse der die Paukenhöhle und die Nebenräume constituirenden Wandungen mit Bezug auf die Verhältnisse, die wir bei den Vögeln kennen. Nach Wegnahme des Trommelfells, an dessen unteren hinteren Umfange, wo dasselbe nicht an das Quadratbein befestigt ist, wir auf den Eingang zur Tuba treffen, gelangen wir also in einen weiten Raum, dem Beginn der Paukenhöhle, sammt dem bei *Chelonia* flachen, bei *Emys* und *Testudo* tiefen Homologon des *antrum mastoideum* und im unteren Theil desselben, oberhalb und nach hinten von der Tubamündung in einen feinen, durch das Knochenstäbchen (Fig. 2 d) ausgefüllten, bei *Testudo* knöchern (Fig. 1 f) bei *Emys* und *Chelonia*, bei ersterer weniger, bei letzterer mehr, durch Weichtheile geschlossenen Kanal. Dieser enge Kanal der Paukenhöhle, dessen Bildung wir bereits

1) l. c.

besprochen, führt nach innen in einen Raum, der dem *recessus cavi tympani* der Vögel entsprechend, jedoch weniger scharf begrenzt, als solcher auch bei den Schildkröten bezeichnet werden mag und den WINDISCHMANN[1]) nach dem Vorgange von BOJANUS *antivestibulum* nennt. Der *recessus cavi* war bei den Vögeln gleichsam ein Vorbau an dem Eingang zum knöchernen Gehörapparat, an dem *foramen vestibulare s. ovale,* dessen Wandungen von Vorsprüngen des *prooticum*, des *occipitale laterale* und des mit diesem Knochen verschmolzenen *opistoticum s. mastoideum* gebildet wurde, und den man füglich in zwei Abtheilungen trennen konnte. Die eine, dem Bereich des *foramen vestibulare* angehörig, war der eigentliche *recessus* der Paukenhöhle, die andere bei der höchsten Form eine Ausbuchtung der *scala tympani,* einen *recessus scalae* bildend und durch die *membrana tympani secundaria* von der Paukenhöhle abgetrennt, war bei der niedersten von dem *bulbus venae jugularis,* dem *vagus* und *glossopharyngeus* ausgefüllt, wodurch das *foramen cochleare* durch eine dicke Weichtheilmasse von dem *cavum tympani* abgetrennt und ihre eigentliche Verschlussmembran blos durch die Scheide der Vene hergestellt wurde. Bei den Schildkröten zeigen sich ähnliche Verhältnisse, nur findet sich in sofern ein Unterschied, als dieser *recessus* ausserordentlich viel geräumiger erscheint, als bei den Vögeln, und zugleich innerhalb der einzelnen Abtheilungen Modificationen darbietet, die die Verbindung mit den Vögeln und mit den Amphibien vermitteln. *Testudo,* schon durch seine knöchern geschlossene Paukenhöhle den höheren Wirbelthieren am nächsten stehend zeigt auch mit Bezug auf den *recessus* die meisten Aehnlichkeiten, weniger ist das schon bei *Emys,* am wenigsten bei *Chelonia* der Fall, welche in mancher Beziehung den Batrachiern nahe steht. Die Wandungen des *recessus*, der wie bei den Vögeln nach innen hin trichterförmig erweitert ist und medianwärts seine Grenze im knöchernen Gehörapparat findet, nach aussen dagegen statt in die weite Paukenhöhle zu münden in den engen Kanal derselben übergeht, und somit seine äussere und theilweise seine untere Begrenzung durch das stark entwickelte Quadratbein findet, werden durch dieselben Knochen wie bei den Vögeln, durch das *prooticum,* das *opistoticum* und das *occipitale laterale* gebildet. Das Dach giebt das *opistoticum,* die vordere Wand das *prooticum*, die hintere das *opistoticum* mit dem *occipitale laterale,* während dagegen der Boden, statt wie bei den Vögeln von dem *sphenobasilare,* wesentlich von dem an dessen Stelle getretenen Flügelbein gebildet wird. Alle diese Knochen schliessen aber den *recessus* nicht vollständig ab, ebenso wenig wie das Quadratbein überall das *cavum tympani* umschliesst, sondern an der Hinterwand zeigt sich eine bei *Testudo* (Fig. 1 h) geringere, bei *Chelonia* (Fig. 3) dagegen

1) l. c.

beträchtliche Lücke, die durch Weichtheile (Fig. 2 f) geschlossen erscheint, und diese entsteht dadurch, dass das *occipitale laterale*, welches sich mit dem *opistoticum* weit lateralwärts über das Quadratbein erstreckt und den *meatus auditorius externus* und den *recessus* hinten schliesst, bei den Schildkröten, wie schon erwähnt, eine geringere Entwicklung zeigt, und zwar wegen des stark nach hinten entwickelten Quadratbeins und *opistoticum*. Es erreicht nie die innere Fläche jenes Knochens und kann hinten somit nie einen Verschluss des *recessus* zu Stande bringen. Sehen wir nun so zwischen *os quadratum* und *occipitale laterale* einen Theil der Hinterwand des *recessus* bei *Testudo* fehlen, so erweitert sich diese bei *Emys* und *Chelonia* und zwar aus folgenden Gründen noch mehr. Bei *Testudo* ist das *opistoticum* nicht blos innen, sondern auch an seiner ganzen hinteren Begrenzung mit dem *occipitale laterale* verbunden, welches sich zwischen die hintere Begrenzung des Flügelbeins und diesen Knochen eingeschoben hat, und das seitliche Hinterhauptsbein nähert sich stark der Innenfläche des *quadratum*. Bei *Emys* ist freilich auch noch die hintere Verschmelzung der drei Knochen vorhanden (Fig. 2), allein das *occipitale* hat sich wegen eines aussen auftretenden Einschnitts weiter vom *os quadratum* medianwärts entfernt, während dann bei *Chelonia* die hintere Verbindung der drei Knochen (Fig. 3 C D E) nicht blos aufgehoben, sondern auch der Einschnitt am medianwärts zurückgewichenen seitlichen Hinterhauptsbein bedeutend tiefer geworden ist, und zwar bis in die Nähe der Durchtrittsstellen des *nervus hypoglossus* (Fig. 3 m), so dass bei diesen Thieren die hintere knöcherne Begrenzung dem *recessus* so gut wie vollständig fehlt. Wie bei den Vögeln wird auch hier der *recessus* in zwei Abtheilungen getheilt, von denen die eine (*recessus cavi tympani sensu strictiori*) im Umfange des *foramen vestibulare* als ein Theil der Paukenhöhle erscheint, während die andere, das Homologon des *recessus scalae tympani*, im Bereiche des *foramen cochleae s. rotundum* liegt. Die erstere ist die grössere und befindet sich aussen und vorne, die andere kleinere liegt nach hinten und innen. Betrachtet man die beiden Räumlichkeiten am knöchernen Schädel (Fig. 3), so communiciren sie miteinander am hinteren Umfange des *foramen ovale* (Fig. 3 H), im lebenden Zustande sind sie aber wie bei den Vögeln von einander geschieden. Die unvollständige knöcherne Grenze bildet auch hier die knöcherne Brücke zwischen Vorhofs- und Schneckenfenster.

Betrachten wir die beiden Abtheilungen jede für sich, so sehen wir die grössere, den eigentlichen *recessus cavi tympani*, unregelmässig trichterförmig gestaltet. Die Basis kehrt nach innen und schliesst mit der äusseren Wand der den knöchernen Gehörapparat bildenden Knochen ab, die Spitze wendet nach aussen, hinten und unten und geht in den Paukenhöhlenkanal über. Da nun gleichzeitig das *foramen vestibulare* (Fig. 3 H)

mehr den hinteren Theil der inneren Fläche des *recessus* einnimmt, so sehen wir demnach wie bei den Vögeln auch die *columella* mehr der Hinterwand desselben genähert. Es lässt sich, abgesehen von der inneren, später bei der Betrachtung des knöchernen Gehörapparates zu schildernden Wand, eine obere wesentlich von dem *processus tympanicus ossis quadrati* (Fig. 3B), eine äussere vom Körper des Quadratbeins, eine untere vom Flügelbein und von dem *processus muscularis* des Quadratbeins, eine vordere vom *prooticum* und eine hintere von Weichtheilen in der Lücke zwischen dem hintern, inneren Umfang des *os quadratum* und der hinteren, resp. äusseren Begrenzung des *opistoticum* und *occipitale laterale* gebildete Wandung unterscheiden. Nur die letzteren beiden haben für uns ein wesentliches Interesse. Die vordere, allmählig in die innere Wand übergehende Begrenzung wird dadurch gebildet, dass hinter der Durchtrittsstelle des *trigeminus* das *prooticum*, das *os quadratum* und *pterygoideum* an den vorspringenden Rändern mit einander verwachsen, während sie bei den Vögeln durch eine Spalte von einander getrennt sind, in der Trigeminusäste liegen. Denkt man sich diese, wie ich das schon früher auseinander gesetzt, an den Grenzen durch Verwachsung der sie bildenden Knochen geschlossen, so hat man ein Verhalten, wie bei den Schildkröten. Treten bei den Vögeln von vorne her in die offene Spalte mit dem dritten Aste des *trigeminus* Nervenäste, so ist das auch bei den Schildkröten der Fall, nur dass sie hier die geschlossene Wand durchbohren, um in die Spalte hineinzutreten, die integrirender Bestandtheil des *recessus* geworden ist. Wir finden vor allem zwei Oeffnungen, die zur Durchtrittsstelle des *trigeminus* leiten. Die obere Wand zeigt ebenfalls eine Durchbohrung gegen die von der grössten Oeffnung in der Vorderwand eine seichte Furche verläuft. Die hintere durch Weichtheile gebildete Wand (Fig. 2f) ist bei *Chelonia* die Fortsetzung der Weichtheilmasse, die die hintere untere Wand des engen Paukenhöhlenkanals (Fig. 3F) bildend die *columella* umschliesst, und mit derselben zum hinteren Umfang des Vorhofsfensters sich begiebt, um dort zu enden. Ob nun hier, wie wir es noch bei den Gänsen sehen, eine *membrana tympani secundaria* sich nachweisen lässt, oder ob, wie ich glaube, die ganze hintere Wand des eigentlichen *recessus* als solche aufzufassen ist, vermag ich nicht zu entscheiden.

Die zweite Abtheilung, die fast unter einem rechten Winkel mit der grösseren zusammen stösst, zeigt ebenfalls eine äussere, innere, obere, untere, vordere und hintere Wand. Der Höhendurchmesser derselben überwiegt beträchtlich den Durchmesser von vorne nach hinten, so dass sie am Schädel von *Testudo* und selbst *Emys* mehr wie eine schmale von hinteren Umfange des *foramen vestibulare* nach innen gegen die Schädelhöhle verlaufende Spalte erscheint. Die Decke dieses Raums wird von dem seitlichen Hinterhauptsbein und dem *opistoticum*, der Boden vom

occipitale laterale, die innere von demselben Knochen, die äussere von den an den hinteren Umfang des Vorhofsfensters sich anheftenden, den *recessus* nach hinten hin abschliessenden Weichtheilen und die hintere bei Testudo und Emys von dem nach aussen sich entwickelnden *occipitale laterale,* bei Chelonia von diesen und von den an der Aussenseite desselben an die Schädelhinterfläche tretenden Gefässen und Nerven gebildet, wie es ähnlich bei den Vögeln der Fall. Die innere Wand dieses Raums ist von einer grossen Oeffnung (Fig. 3 l) durchbrochen, das *foramen jugulare,* die Durchtrittsstelle des *glossopharyngeus, vagus* und wenigstens einer starken Vene, die wenn auch nicht als Stamm der *jugularis interna,* doch als Homologon dieser Vene der höheren Wirbelthiere anzusehen ist, die wie bei den Vögeln in diesen Theil des *recessus* hineintreten, an der vorderen Wand desselben, der hinteren des knöchernen Gehäuses des Gehörorgans mit dem darin gelagerten *foramen cochleae* (Fig. 3 g) vorübergehen, um dann bei Testudo und Emys das die hintere Wand bildende seitliche Hinterhauptsbein isolirt von einander zu durchbohren, bei Chelonia dagegen die Weichtheile im Einschnitt des *occipitale laterale,* die bei diesen Thieren die Hinterwand bilden, zu durchbrechen und zwar lateralwärts von der Durchbohrungsstelle des *nervus hypoglossus* (Fig. 1 l Fig. 2 a Fig. 3 m). Der *glossopharyngeus* tritt am weitesten nach aussen (Fig. 1 i und 2 c), der *vagus* weiter nach innen durch (Fig. 1 k und 2 b). Die knöchernen Kanäle dieser Nerven, die wie bei Testudo und Emys vorhanden, sind im Verhältniss zu denen der Vögel nur kurz. So sehen wir denn auch bei den Schildkröten, wie bei einigen Vögeln das Schneckenfenster gegenüber der Paukenhöhle durch die an demselben vorübergehenden Gefässe und Nerven abgesperrt, welch letztere anfänglich nach aussen ziehend, darauf nach unten und hinten gewandt mit Durchbohrung derselben Knochen jeder für sich den knöchernen Schädel verlassen. Ganz erschöpfende Angaben vermag ich über die Nerven und vor allem über die Gefässe, auf die ich noch zurückkomme, wegen der Kargheit des Materials nicht zu machen.

Nach dieser Schilderung bin ich nun bis zur Innenwand des Zuleiteapparates der Schallwellen, bis zu den den häutigen Gehörapparat umschliessenden Knochen gekommen, und wir wollen nun zunächst die Verhältnisse derselben im Allgemeinen mit steter Rücksichtnahme auf die bei den Vögeln gefundenen untersuchen. Die innere Wand des *recessus* der Paukenhöhle wird bei den Schildkröten wie bei den Vögeln von dem *pro-* und *opistoticum* gebildet, allein, während die Paukenhöhlenfläche bei den Vögeln, wie bei dem Menschen und den Säugern nach vorn, unten und aussen sah, sehen wir sie dagegen bei den Schildkröten mehr nach aussen, hinten und unten gewandt, und es lässt sich diese Erscheinung wohl auf die geringere Entwicklung des seitlichen Hinterhauptbeins und das relativ stärkere Vorspringen des *prooticum* dieser Thiere zurück-

führen. Diese beiden Knochen bilden, ganz so wie bei den höheren Thieren das *petrosum*, den knöchernen Gehörapparat, ausserdem treten aber, namentlich der *nervus facialis* und dessen Anastomosen mit dem dritten Trigeminusast zu ihnen in Beziehung. Das knöcherne Labyrinth nimmt den grössten Theil derselben in Anspruch, allein während bei den Vögeln wie bei den Säugethieren nur ein geringer Theil dieses Gehäuses im Bereiche des *cavum tympani* und dessen *recessus* liegt und der inneren Paukenhöhlenwand ansteht, sehen wir dagegen bei den Schildkröten, wenn auch entsprechende Theile, so doch in weiterer Ausdehnung demselben anliegen. Dies ist eine wichtige Differenz und wir werden alsbald sehen, worin der Grund dieses Verhaltens liegt. Allein noch etwas Anderes muss hervorgehoben werden, und das ist die gewaltige Ausdehnung, die das Vorhofsfenster zeigt, eine Ausdehnung, die man wohl zur Erklärung des eigenthümlichen Verhaltens des *nervus facialis* gegenüber dem der höheren Thiere heranziehen könnte. Nimmt bei ihnen das Vorhofsfenster und die *apertura externa recessus* nur einen verhältnissmässig geringen Theil der inneren Paukenhöhlenwand ein, so dass zwischen dem oberen Umfange derselben ein Raum für den *canalis Fallopiae* bleibt, der dann auch noch Platz am hinteren Umfange findet, so ist das bei den Schildkröten nicht mehr der Fall. Der *recessus* dehnt sich nach allen Richtungen hin aus und mit ihm das an der inneren Wand befindliche *foramen vestibulare*, welches mit seinem oberen und hinteren Umfange das Dach und die Rückwand beinahe erreicht, und somit, wenn man so will, den Raum für eine *pars descendens canalis Fallopiae* an der Paukenhöhlenwand verschwinden macht. So sehen wir denn nur den Anfangstheil des Kanals bis zur Umbiegungsstelle vorhanden, und dieser hat denselben Verlauf wie bei den Vögeln an der vorderen Wand des *vestibulum* von oben und innen, nach unten und aussen. Mit dem einen Zweig des *nervus acusticus*, nach vorn von demselben, die Schädelhöhle verlassend zieht er durch die Knochenmasse gegen den unteren, vorderen Umfang des Vorhofsfensters und tritt durch die innere Paukenhöhlenwand des *prooticum* am Ende einer Furche (Fig. 3), welche nach vorne abwärts und etwas nach innen gegen die Durchtrittsstellen der Aeste des Trigeminus an der Vorderwand verlaufend wahrscheinlich dazu bestimmt ist die Anastomosen mit diesem Nerven zu leiten.

Ich erwähnte vorhin, dass bei den Schildkröten ein grösserer Theil des Gehörapparates der inneren Paukenhöhlenwand anläge, wie es bei den Vögeln der Fall, und darauf deutet auch schon die ungemeine Weite des *foramen ovale* hin, allein es ist das nur relativ und nicht absolut der Fall, was schon in dem vorhin Erwähnten lag, dass dieselben Theile wie bei den Vögeln der Wandung anstehen, und damit kommen wir zu einer wichtigen Modification, die das Gehörorgan der Schildkröten gegenüber dem der Vögel erfährt. War es bei den Vögeln der Anfangs-

theil der Schnecke, welcher der Paukenhöhle am nächsten gelagert war, während die übrigen Theile, das Ende der Schnecke, das *vestibulum* mit dem Bogenapparate durch dickere oder dünnere Knochenmasse von derselben getrennt erschien, und zwar so, dass der grösste Theil der gerade gestreckten Schnecke nach unten, vorne und innen gegen die Schädelhöhlenfläche gewandt von dem Boden des *cavum tympani* sich entfernte, während dagegen *vestibulum* und Bogenapparat nach oben und hinten sich erstreckend mit dem horizontalen Bogengange etwas oberhalb des Niveau der Decke der Paukenhöhle lagen und mit den übrigen Bogengängen weit an dem Hinterhaupt emporragten und diese Theile sich wenn auch oft mit grosser Mühe jeder für sich isolirt darstellen liessen, so sehen wir dagegen bei den Schildkröten alle diese der inneren Wand der Paukenhöhle entfernter stehenden Theile in ihrem Umfange beträchtlich abnehmen, und somit sich weniger als bei den Vögeln und Säugern aus dem Bereich des *cavum tympani* resp. des *recessus* entfernen. Es ist aber nicht nur die Abnahme an Umfang, die die vorhin genannten Theile des knöchernen Gehörapparates der Schildkröten gegenüber den zunächst der Paukenhöhle liegenden Theilen auszeichnet, sondern eine Hauptmodification zeigt sich auch darin, dass während bei den Vögeln jede knöcherne Abtheilung selbständig sich ausprägte, und nur durch mehr oder minder enge Communicationen mit den benachbarten zusammenhing, bei diesen Thieren Vorhof, Bogenapparat und Schnecke nichts weniger als streng von einander geschieden sind, sondern weitläufig mit einander in Verbindung stehend gleichsam einen weiten, gemeinsamen Behälter bilden, innerhalb dessen die gesammte Masse des häutigen Gehörorgans mit seinen einzelnen, streng von einander gesonderten Abtheilungen gelagert ist, so dass man bei Eröffnung des Gehäuses so gut wie alle Theile vor sich liegen sieht. Das knöcherne Gehäuse bewahrt nicht länger in seiner Form die Gestalt des häutigen Apparates, und damit haben wir einen ausserordentlich wichtigen Schritt abwärts zu denjenigen Thieren gethan, bei denen dasselbe nur mehr einen einfachen, rundlichen Hohlraum repräsentirt. Die Schildkröten und Reptilien überhaupt bilden das Mittelglied zwischen den Thieren, bei denen sich aus der Form des knöchernen Labyrinths auf die Form der weichen Contenta schliessen lässt und denen, bei welchen das durchaus nicht der Fall. Denke man sich, dass die bei den Vögeln schon mehr oder weniger gestreckte Schnecke so weit sich reducirt hätte, dass dieselbe nur einen kleinen Appendix an der Unterseite der bauchigen Auftreibung, dem Anfang derselben bildete, und dass diese sich soweit ausdehnte, dass sie das knöcherne *vestibulum* und die Ampullen in ihren Bereich gezogen, stelle man sich dann vor, dass der bei den Vögeln so ausserordentlich ausgedehnte sagittale Bogengang niedriger geworden ins Niveau des ebenfalls weniger gewun-

denen horizontalen Bogengangs, welcher etwas oberhalb des Daches der Paukenhöhle steht, zurückgesunken sei und sich nur wenig über den Vorhof erhebe, so hat man wenigstens im grossen Ganzen ein Bild des knöchernen Gehörapparates der Schildkröten (Fig. 4. 5. 6.), dessen Bildung im Uebrigen wesentlich ebenso wie bei den Vögeln. Die Schnecke ist in der That zu einem nach unten und etwas nach hinten und innen, ragenden stumpfen Vorsprung des *vestibulum* reducirt (Fig. 6 d), welches auch den grössten Theil der Ampullen (Fig. 4 g h.) aufgenommen, und zugleich erscheint der nach oben gewandte Bogenapparat erheblich flacher. Der Theil des Gehörapparates, in dem das Homologon der Gehörknöchelchen der Säuger und Vögel eingelassen ist, ist gleichsam das punctum fixum, gegen welches hin sich die übrigen Theile reduciren, oder besser vergleichend anatomisch ausgedrückt von dem Theil aus, der den Schallzuleitungsapparat umschliesst, entwickelt sich bei den höheren Thieren an entgegengesetzten Polen immer mehr und mehr, einmal nach oben hin der Bogenapparat, nach unten hin die Schnecke. Da bei den Vögeln die Länge der letzteren dem Abstande dieses Punktes von der Mittellinie der Schädelbasis entspricht, so verläuft sie hier mehr gestreckt, bei den Säugern und dem Menschen dagegen, bei denen die Länge der Schnecke so ausserordentlich zugenommen, ist dieselbe auf einen kleineren Umfang reducirt und gewunden.

Der knöcherne Gehörapparat (Fig. 4. 5. 6), welcher, wie früher erwähnt, den grössten Theil des *pro-* und *opistoticum* bildet, hat die Gestalt einer aufrechten mit der Spitze nach unten, mit der Basis nach oben gekehrten vierseitigen Pyramide, die eine äussere, vordere, hintere und innere Fläche zeigt. Von diesen Flächen muss die Basis, die vordere Fläche und die Spitze ganz, die äussere zum Theil aus dem Knochen herausgearbeitet werden, während dagegen die hintere und die innere ziemlich frei an dem knöchernen Schädel vorliegen. Die Basis der Pyramide liegt jedoch nicht in einer horizontalen Ebene, sondern ist von innen, oben, nach aussen und unten geneigt, steht hinten aber zugleich ein wenig tiefer als vorne, und die Spitze ist ein wenig nach hinten und innen umgebogen (Fig. 4). Ferner sehen wir das Gehäuse nicht überall aus Knochen zusammengesetzt, sondern der grösste Theil der inneren Fläche besteht aus einer an verschiedenen Stellen ungleich dicken Knorpelmasse.

Die äussere Fläche (Fig. 4), die beinahe die Gestalt eines gleichschenkligen Dreiecks besitzt, ist mit ihrem oberen Theile in die Knochenmasse des *pro-* und *opistoticum* eingelassen, die das Dach des *recessus tympani* bildend mit dem Paukenhöhlenfortsatze des Quadratbeins sich vereinigen, und liegt mit ihrem vorderen, oberen Theile tiefer in die Knochenmasse eingebettet als mit dem hinteren, oberen, und somit sehen

wir dieselbe am isolirten Labyrinth mehr nach vorne, aussen und unten gewandt, analog wie bei den Vögeln und Säugern, während man bei der Betrachtung des ganzen Schädels glauben sollte, sie stände nach hinten, aussen und unten. Durch diese Lagerung der äusseren Fläche des Labyrinths im Knochen ist es bedingt, da im übrigen der untere Theil und die darin befindliche Oeffnung, das Vorhofsfenster, keine wesentliche Lageveränderung zeigt, dass das *prooticum* sich vorne über den freien Theil, der die innere Wand des *recessus* bildet, hinüberwölbt und dadurch das Vorhofsfenster wie bei den höheren Thieren an dieser Stelle gleichsam in eine Nische zurücksinken lässt. Dieses, welches seinen Namen *foramen ovale* mit vollständigem Recht führt, hat eine eirunde Gestalt, die Basis nach oben, die Spitze nach unten gerichtet und ist nach aussen und etwas nach hinten und unten gewandt. Die Lageänderung nach hinten, gegenüber der Richtung des übrigen Theils der Fläche nach vorne, kommt durch eine geringe rundliche Auftreibung an dem vorderen, oberen Umfange des Vorhofsfensters zu Stande. Die Oeffnung hat einen abgerundeten Rand und wird genau durch die ebenso gestaltete Basis der *columella* verschlossen (Fig. 4 d und 5 e). Die Spitze des eirunden Fensters steht ein klein wenig oberhalb des Bodens des *recessus*, und von da angefangen biegt die Fläche (Fig. 4) scharf nach innen und hinten gegen die knorplige Spitze um. Von der Mitte des oberen Umfangs des Vorhofsfensters läuft eine Naht zur Basis empor, welche die Grenze zwischen *pro-* und *opistoticum* andeutet. Der vordere, obere Winkel (Fig. 4 h) geht mehr abgerundet in die vordere, der hintere, obere schärfer vorspringend (Fig. 4 g) in die hintere Wand über, und während die obere Begrenzung der Fläche aus der Horizontalebene nach unten und hinten abweicht und gleichmässig aus dem vorderen, oberen Winkel hervorgeht, so springt der hintere obere etwas verdickt über das andere Ende nach aussen vor.

Die vordere gänzlich in Knochen eingebettete, nach unten sehende Fläche ist die am wenigsten ausgedehnte, indem sie namentlich in ihrem oberen Theile zu Gunsten der inneren verschmälert erscheint und somit mehr die Gestalt einer Raute etwa so ◇ zeigt. Die obere Spitze geht continuirlich in den vorhin erwähnten vorderen, oberen Winkel der äusseren Fläche über, die äussere Spitze trifft auf die Mitte des vorderen Umfangs des *foramen vestibulare*, die hintere auf die nachher zu erwähnende Durchtrittsstelle des *nervus vestibularis*. Die untere, äussere Seite geht scharf nach innen umbiegend auf die Spitze über.

Die hintere Fläche wird durch einen unterhalb des hinteren, oberen stumpfen Vorsprungs der äusseren Wand gegen die Mitte der hinteren Begrenzung der inneren Fläche verlaufenden Vorsprung in ein oberes, nach hinten und innen sehendes, in die Knochenmasse des *opistoticum* eingebettetes, viereckiges Feld (Fig. 5 a) getheilt, während das darunter-

liegende, dreieckige am knöchernen Schädel frei ist und nach hinten und aussen sehend die vordere Begrenzung der kleinen Abtheilung des *recessus*, die von der *vena jugularis*, dem *glossopharyngeus* und *vagus* eingenommen wird, bildet. Ersteres geht abgerundet in die innere, spitzwinklig in die äussere Fläche über und bildet mit dieser den hinteren, oberen Vorsprung. Die obere Begrenzung desselben geht von innen, oben, vorn, nach unten, innen und hinten. Die dreieckige, untere Fläche geht im Gegensatz zur vorigen abgerundet in die äussere auf den hinteren Umfang des *foramen vestibulare* über, und dieser Theil ist das Homologon des Knochenstäbchens zwischen Vorhofs- und Schneckenfenster bei den Vögeln. Nach aussen von der scharfen, zur Bildung des *foramen jugulare* ausgehöhlten Umbiegung der freien hinteren in die innere Fläche bemerkt man eine lateralwärts sich verflachende Einziehung, und in dieser ein ovales, mit dem längsten Durchmesser von oben nach unten stehendes Loch, welches nach hinten, unten und etwas nach aussen sehend das *foramen cochleare s. rotundum* repräsentirt (Figg. 3 g, 4 f, 5 d) in welchem ich ebenso wenig wie bei den Gänsen eine *membrana tympani secundaria* gefunden habe, wohl aber eine Fortsetzung, der *vena jugularis*, welche vielleicht mitsammt dem *bulbus* von Windischmann [1]) und Rathke [2]) als ein Theil des häutigen Labyrinthes, als *recessus cochleae* beschrieben worden ist. Es könnte sich dabei freilich auch, worauf ich später zu sprechen komme, um ein Lymphgefäss handeln. Nach oben und aussen von dieser Oeffnung, an der Grenze der dreieckigen Abtheilung der hinteren Fläche an dem Gesammtschädel (Fig. 3 k), an der vorderen Grenze des Dachs dieser Abtheilung des *recessus*, zwischen ihr und dem *foramen vestibulare* befindet sich eine zweite, kleinere Oeffnung, die in einen schräg nach innen und abwärts führenden Canal geht, und die ich für die *apertura aquaeductus cochleae* halte. Der untere Umfang des *foramen cochleare* erhebt sich etwas über den Boden des *recessus*, an dessen medianer Begrenzung unter dem *foramen jugulare* eine tiefe, halbkuglige Aushöhlung, die wohl zur Aufnahme eines *bulbus* der Jugularvene bestimmt ist, sich findet (Fig. 4 e).

Die obere Fläche oder die Basis ist unregelmässig viereckig mit einer inneren und vorderen, einer äusseren und hinteren Begrenzung. Die innere ist die kürzeste und der Zusammenstoss der Flächen an dieser Stelle zeigt sich mehr als ein flacher Winkel. Die ganze Fläche steht wie erwähnt von oben, innen und vorne, nach unten, aussen und hinten. Die Begrenzungen springen als verdickte Leisten über die Oberfläche derselben vor, so dass sich zwischen ihnen eine Aushöhlung befindet, über deren Mitte die schon bei der äusseren Fläche erwähnte Naht ver-

---

1) l. c.

2) Entwicklungsgeschichte der Natter.

läuft. Am stärksten prominiren die vordere und hintere Leiste, und mit grosser Mühe wird es wohl gelingen dieselben als cylindrische, kurze Röhren zu isoliren. Es sind die verticalen Bogengänge, der sagittale (Fig. 4 e) vorn, der frontale (Fig. 4 a) hinten, beide nach oben leicht convex und nach innen in dem stumpfen Winkel zusammenstossend. Der sagittale, vordere Bogengang von vorne aussen, nach hinten innen verlaufend weicht auch hier am meisten aus der Ebene und entwickelt sich mit der nicht isolirbaren, äusseren Leiste (Fig. 4 b), die dem horizontalen Bogengang entspricht, aus dem stumpfen, vorderen, oberen, äusseren Höcker (Fig. 4 h), dem Ausdruck der zusammenliegenden Ampullen. Der hintere, ebenfalls, aber weniger aus der entsprechenden Ebene heraus gelagerte, frontale Bogengang (Fig. 4 a) kommt aus der hinteren, oberen, äusseren, stark vorspringenden Ecke (Fig. 4 g), die die Lage der alleinstehenden Ampulle anzeigt, und schlägt sich dabei über das hintere Ende der äusseren Leiste des horizontalen Bogengangs. Dieser (Fig. 4 b) etwas von oben und vorne, nach unten und hinten geneigt und somit ebenso wenig wie die beiden anderen in der entsprechenden Ebene gelagert, derselben jedoch mehr wie die anderen genähert, läuft über dem *foramen vestibulare* etwas oberhalb des Niveaus des Dachs der Paukenhöhle unter der äusseren Abtheilung des frontalen Bogengangs weg.

Die innere Schädelhöhlenfläche, die wie erwähnt grösstentheils knorplig ist, lässt sich wie die hintere in zwei Felder theilen, in ein vorderes, oberes und in ein hinteres (Fig. 6 b u. c), von denen ersteres aus der Knochenmasse herausgearbeitet werden muss, letzteres dagegen den Schädelraum begrenzen hilft. Ersteres unregelmässig vierseitig gestaltet findet seine obere Begrenzung im sagittalen Bogengang, setzt sich unten, vorne scharf gegen die vordere Fläche ab, geht dagegen allmählig und abgerundet in die hintere Abtheilung über. Unten wird ein kleiner Theil dieses im Knochen verborgenen Feldes frei und sieht in die Schädelhöhle hinein, und in dieser dreieckig gestalteten Abtheilung befinden sich zwei Oeffnungen, eine kleinere vordere (Fig. 6 f), die der Spitze des Dreiecks, und eine grössere, unten und hinten an der Grenze des Knorpels der inneren Fläche (Fig. 6 g), welche beide rundlich gestaltet zur Aufnahme der Aeste des *acusticus* dienen. Eine Einziehung, die erste Andeutung eines *meatus auditorius internus*, wie wir sie bei den Vögeln auftreten sahen, fehlt. Die kleinere Oeffnung, die am unversehrten Schädel mit der Schädelhöhlenöffnung des *canalis Fallopiae* zusammenliegt, führt in einen schräg nach aussen gehenden, kurzen Canal und nimmt den *nervus vestibularis* auf. Die hintere leitet in einen schräg nach unten, hinten und aussen gehenden Kanal und dient zur Aufnahme des *nervus cochlearis*. Der hintere, frei in der Schädelhöhle liegende Theil der inneren Fläche steht vertical und ist nur gegen die Spitze hin etwas ausgehöhlt und nach innen hin umgebogen. Der obere Theil derselben,

der an dem Zusammenstoss der verticalen Bogengänge in die Basis übergeht, ist knöchern (Fig. 6 a), allein hinten und vorne ist diese knöcherne Partie von einem schmalen, knorpligen Streifen eingefasst, der nach unten breiter werdend und in einem spitzen Winkel mit dem anderen convergirend in die Knorpelmasse der inneren Fläche übergeht. Diese besitzt oben eine verhältnissmässig geringe, unten dagegen eine beträchtliche Dicke. An der Vereinigungsstelle dieser beiden Knorpelschenkel, an der Spitze der Knochenabtheilung befindet sich eine Oeffnung, die *apertura aquaeductus vestibuli*, die sich also gerade wie bei den Vögeln an der Schädelhöhlenwand der vereinigten Bogengänge findet (Fig. 6 e). Der knorplige Theil der Wandung geht sich verschmälernd (Fig. 6 d) in die stumpfe Spitze der Knochenpyramide über, die der Innenfläche der Schädelbasis aufruhend fast die Mittellinie erreicht. Diese stumpfe, umgebogene Spitze ist wie erwähnt die Schnecke der Schildkröten, während ein von dem Bogenapparat besonders trennbares *vestibulum* nicht vorhanden ist.

Nach dieser Darstellung der äusseren Verhältnisse des Gehäuses des häutigen Gehörapparates, und nachdem ich die wesentlichen Modificationen derselben gegenüber den Vögeln besprochen, bleibt mir, bevor ich mich zu den inneren Theilen wende, ein wesentliches Verhalten näher darzustellen übrig, welches wohl im Stande ist eine Erklärung für einzelne auffallende Umstände abgegeben. Wir sahen bei den Gänsen das *foramen cochleare* freilich aus dem Bereich der Paukenhöhle gerückt und gegen das *foramen jugulare* hingedrängt, allein dasselbe war doch wesentlich nach unten und nur wenig nach hinten gewandt, und diese Stellung ist Folge der Stellung der Schnecke und des knöchernen Gehäuses überhaupt. Letzteres steht bei den Vögeln wie schon früher erwähnt mit seiner Längsachse wesentlich von hinten, oben, nach vorne, unten, und trotzdem die Schnecke hier sich aufzurichten beginnt, ist sie doch mit ihrem Anfangstheil, an dessen Grenze gegen den Vorhof das *foramen jugulare* sich findet, verhältnissmässig wenig aus der horizontalen erhoben, und damit hängt dann natürlich die Richtung der dort befindlichen Oeffnung zusammen. Zugleich ist dasselbe, wenn auch weiter als bei den übrigen Vögeln, doch nicht übermässig von dem Vorhofsfenster entfernt, da die sie trennende Knochenbrücke immerhin nur schmal. Anders dagegen das Verhältniss bei den Schildkröten. Die knöcherne Schnecke ist nicht wie bei den Vögeln nach unten, vorne und innen gewandt, sondern ist namentlich mit der Spitze nach hinten und innen gebogen, sie ist ferner weit gerader gestreckt, als bei diesen und steht weit mehr der verticalen als der horizontalen genähert, und auch der Bogenapparat sieht weit mehr nach oben, als nach hinten, und zieht man diese Umstände in Betracht, so erklärt es sich wie das Schneckenfenster mehr nach hinten gerichtet sein muss. Zugleich wird dasselbe durch die Zunahme der Knochenbrücke

zwischen demselben und dem Vorhofsfenster, die natürlich von den inneren Theilen abhängig mehr dem *foramen jugulare* und der Hinterfläche des Schädels genähert, um so mehr, da ja das die Labyrinthknochen von der Aussenfläche abtrennende, seitliche Hinterhauptsbein eine geringere Entwicklung zeigt.

Die Höhle des knöchernen Gehäuses ist, wenn auch nicht vollkommen, doch beinahe der genaue Abguss des darin enthaltenen häutigen Gehörapparates. Wir haben es mit einem weiten, kegelförmigen Raume zu thun, dessen abgestutzte Spitze nach unten und etwas nach innen und hinten gerichtet ist, während die mannigfach durchbrochene und unregelmässig gestaltete Basis nach oben gerichtet in verschiedenen Höhen weite Oeffnungen zeigt, die in ein System von Hohlräumen hineinführen, deren Contouren sich schon auf der Aussenfläche als die vorhin beschriebenen Bogengänge darstellen. Der Kegel hat nur geringe Höhe und spitzt sich somit sehr schnell nach unten hin zu. Denkt man sich den weiten Raum des Vorhofs und des Anfangs der Schnecke bei den Vögeln, ohne wesentliche Grenze von einander abgesetzt, zu einer einzigen weiten Höhle verschmolzen, von der aus nach unten die kurze, verengte Röhre der Schnecke sich erstreckt, so hat man ein Bild der Verhältnisse bei den Schildkröten, wenn man noch hinzunimmt, dass die davon ausgehenden einzelnen Räumlichkeiten des Bogenapparates ebenfalls nur partiell von einander geschieden sind. Leider bin ich bei der Spärlichkeit des Materials nicht im Stande gewesen getreue Abbildungen des Hohlraums von allen Seiten betrachtet zu geben, allein ich hoffe bei der später folgenden Beschreibung der häutigen Theile wird dieser Mangel nicht sonderlich fühlbar sein, um so weniger, weil schon Scarpa [1]) Tab. V. vortreffliche Darstellungen der einschlägigen Verhältnisse von demselben Thiere gegeben hat und wir bei der später folgenden Beschreibung der Gehörkapsel der Batrachier fast vollkommen übereinstimmende Verhältnisse wiederfinden werden. Nach Wegnahme der in das Vorhofsfenster eingelassenen Basis der *columella*, deren Befestigung durch Hülfe einer wie bei den höheren Thieren um die Peripherie herumgehenden Bandmasse, die man am Besten mit einer Gelenkkapsel vergleichen könnte eine namentlich unten ziemlich feste ist, sehen wir in dem weiter unten stumpfspitzigen Hohlraum, an dessen Decke vorne, hinten, aussen und innen weite Oeffnungen, welche erstere in einen Raum hineinführt, den Scarpa als *fovea major* bezeichnet, während er den Raum, in den die zweite Oeffnung führt mit dem Namen der *fovea minor* belegt. Der weite, kegelförmige Raum dient grösstentheils zur Aufnahme des *sacculus* und der Schnecke und ist aussen höher, als innen, und während die innere und hintere Wand mehr vertical gestellt

1) l. c.

ist, ist sie vorne und aussen mehr schräg von oben vorne, nach innen hinten abfallend und zeigt sich im vorderen, oberen Umfange des *foramen vestibulare* nach aussen hin kuglig ausgebuchtet. Ob an den übrigen Stellen der Wand sich besondere Eindrücke und Hervorragungen finden, vermag ich nicht zu entscheiden, da wie gesagt das Material zu besonderen Untersuchungen in dieser Richtung fehlte, jedoch finden sich an der Schädelhöhlenwand die beiden Oeffnungen für die Zweige des *nervus acusticus*. Der vordere, obere Raum, die *fovea major* (Scarpa), zur Aufnahme der beiden zusammenstehenden Ampullen und des *utriculus* bestimmt, geht mit weiter Oeffnung in die für den Sack bestimmte Abtheilung über und ist eigentlich mehr als eine continuirliche Fortsetzung desselben nach vorne, oben und aussen anzusehen. In demselben befinden sich zwei Oeffnungen, von denen die eine vorne, innen und oben in das Lumen des kurzen, sagittalen, knöchernen Bogengangs führt, während die andere hinten und oben in den horizontalen Bogengang übergeht, der ebenfalls nur einen kurzen Canal darstellt. An der vorderen, inneren Wand dieses weiten Raums, an dessen unterer Grenze die Stelle des Eintritts des Vestibularastes des *acusticus*, scheint mir eine Grube zur Aufnahme des *utriculus* vorhanden zu sein, ein *recessus utriculi*. Der hintere, obere Raum, die *fovea minor* nach Scarpa, erscheint geringer an Umfang, dient zur Aufnahme der alleinstehenden, frontalen Ampulle und zeigt an der unteren Grenze der Hinterwand die innere Oeffnung des *aquaeductus cochleae*. Die Mündung dieses Raums in den unteren scheint mir tiefer, als die des anderen zu stehen. Am oberen Ende dieser nach oben und hinten gerichteten Abtheilung findet sich nach aussen sehend die Oeffnung des ebenfalls nur kurzen Canals des frontalen Bogengangs. Diese beiden Räumlichkeiten mit ihren Fortsetzungen, den Bogengängen, gehen nach kurzem Verlaufe mit weiter Mündung, wie es auch Scarpa zeichnet, in den inneren Hohlraum über, der zur Aufnahme der vereinigten Bogengänge dient und senkrecht gestellt, unten weit geöffnet in den unteren Raum übergeht. Oben, die eine vorne, die andere hinten, zeigen sich die vorhin erwähnten Oeffnungen der Bogengänge und unter letzterer die Oeffnung des horizontalen Bogengangs, und an der Innenwand die Mündung des *aquaeductus vestibuli*.

Ich erwähnte vorhin, dass das häutige Gehörorgan nicht vollkommen genau den Hohlraum des knöchernen Gehäuses ausfüllte, und wenn dies auch nur an einigen Stellen der Fall, so ist es doch so charakteristisch, dass dieser Umstand einer besonderen Erwähnung werth ist. Es ist bekannt, dass das Gehörorgan bei den verschiedensten Wirbelthieren excentrisch gelagert, namentlich innig der inneren Schädelwand sich anschmiegt, dagegen zwischen sich und der Aussenwand des Gehäuses einen nicht unbeträchtlichen Raum lässt, wie man das namentlich deutlich am dem

Steinsack, oder dem *sacculus* des Frosches beobachten kann. Es ist das der perilymphatische Raum. Niemals vor allem liegt die Wand des häutigen Labyrinths hart an der Basis des schallleitenden Apparates, des *stapes* oder der *columella*, sondern gerade dort ist das *cavum perilymphaticum* am grössten. Ein ähnliches Verhalten sollte man auch *a priori* bei den Schildkröten vermuthen, da nicht einzusehen, wie bei der Constanz dieser Erscheinung in allen Wirbelthierclassen, die ein Vorhofsfenster besitzen, gerade bei diesen Thieren eine Ausnahme stattfinden sollte, und dennoch scheint dies der Fall zu sein. Hebt man die *columella* aus dem Vorhofsfenster heraus, so bemerkt man einen stark sich vorbuchtenden, ausserordentlich dünnwandigen Sack (Fig. 7 e), der der Aushöhlung der Basis dieses Knochens unmittelbar angelagert auch an der Circumferenz des eirunden Fensters genau anschliesst, so dass also hier von einem perilymphatischen Raume wie bei anderen Thieren durchaus keine Rede sein kann. Auch nach oben und vorne von der Oeffnung legt sich der Sack genau an die Wand der schon früher beschriebenen Ausbuchtung und erst weiter oben und vorne an der Aussenwand des Raums, der zur Aufnahme der zusammenliegenden Ampullen und des *utriculus* dient, findet sich ein von sparsamen, feinen Strängen durchsetzter Raum (Fig. 7 b), welcher sich etwas auf die Vorderseite des Gehäuses herum und in die Oeffnungen der knöchernen Bogengänge hineinzieht, und hier ist der einzige Ort, wo wir aussen ein *cavum perilymphaticum* besitzen. Dasselbe ist an der inneren Wand bis auf eine kleine Stelle der Fall, dort nämlich, wo die verticalen Bogengänge sich vereinigen. Hier zeigt sich ebenfalls ein perilymphatischer Raum, der von feinen Strängen durchsetzt wird, welche die Oberfläche der häutigen Bogengangcommissur mit der Gehäusewand vereinigen. Auch das Periost, die Auskleidung des Gehäuseraums trägt zum genauen Verschluss bei, und das sieht man namentlich deutlich an den Bogengängen und an der Commissur derselben. Während das Periost aussen eine verhältnissmässig dünne Membran repräsentirt, so zeigt es sich dort, wo das Gehäuse knorplig ist, dicker und erreicht den grössten Durchmesser an den eben angegebenen Stellen, und während es sonst überall bei Eröffnung des knöchernen Gehörapparates und der Isolation der häutigen Theile, einerseits wegen der Befestigung am Knochen, andrerseits wegen seiner Zartheit leicht mit abgehoben wird, so gelingt es dagegen an der Knorpelwand, an der Commissur und den Bogengängen dasselbe als eine Hülse um die häutigen Theile des Gehörapparates zu conserviren. Ganz besonders ist das an den letztgenannten Theilen der Fall. Der histologische Charakter wird bei dieser Dickenzunahme und leichten Isolirbarkeit nicht wesentlich verändert, es handelt sich nur um eine Massenvermehrung der Elemente des Bindegewebes einerseits, andererseits aber um eine solche der elastischen Fasern. Dieses Verhalten jedoch, dass das

häutige Labyrinth fast vollkommen den Raum des Gehäuses ausfüllt, ist nur scheinbar eine Ausnahme, und damit komme ich zur Beschreibung einer Erscheinung, wie sie unter den von mir auf dieses Verhalten hin untersuchten Wirbelthieren, mit Ausnahme der *Cyclostomen* und im embryonalen Zustande der Organe noch nicht beobachtet ist.

Aus den Untersuchungen Köllikers[1]) ist es bekannt, und meine eigenen Untersuchungen über die Entwicklung der häutigen Vogelschnecke[2]) haben dasselbe gezeigt, dass nämlich im embryonalen Zustande zwischen dem häutigen Labyrinthe und der Innenwand des knöchernen Gehäuses und dem dasselbe bekleidenden Periost im perilymphatischen Raume ein dichtes, bindegewebiges Maschennetz sich ausspannt, welches bis auf geringe Zellspuren, die sich an der Aussenwand des häutigen Gehörorgans finden, und wie ich bei den Vögeln und den Fröschen nachgewiesen, ein Epithel der Aussenwand vortäuschen können, verschwindet. Dieses Bindegewebsnetz geht aus den embryonalen Zellen der Wand der Einstülpung der äusseren Körperdecke, die sich zum Gehörorgan ausbildet, hervor. Bei Säugethieren habe ich die Entwicklung des häutigen Labyrinths in allen Theilen soweit verfolgt, dass ich über die Genese der uns hier interessirenden Gebilde klar geworden, und ich habe gesehen, dass, wie ich es früher vermuthet, die Verhältnisse mit den bei den Vögeln von mir gefundenen vollkommen übereinstimmen. Die Einstülpung der äusseren Decke besteht aus zwei verschiedenen embryonalen Zellformen, die eng umgeben von den Elementen, die sich später zum knorpligen resp. knöchernen Gehäuse umbilden, eine Hohlröhre bilden. Die eine kleidet als anfänglich niedriges Cylinderepithel den Binnenraum der Röhre aus und entwickelt sich zu den verschiedenen Epithelformen, die wir im häutigen Gehörorgan unterscheiden, die andere zeigt die gewöhnliche Form rundlicher, embryonaler Zellen. Von irgend welchem perilymphatischen Raume ist keine Rede. Diese Zellen entwickeln sich auf dieselbe Weise, wie ich es von den Vögeln nachgewiesen, in ihrer inneren Masse zu den verschiedenen Geweben, die die Wand des häutigen Labyrinths constituiren, in ihrer äusseren zum Periost, dem Endost des Gehäuses, während die zwischenliegenden Zellen sich in das bindegewebige Maschennetz umbilden, welches der regressiven Metamorphose verfallend zu einer bestimmten Periode den gesammten häutigen Gehörapparat, Schnecke sowohl wie Vorhof und Bogengänge umhüllt, und durch dessen Verschwinden der perilymphatische Raum die *scala tympani* und *vestibuli*, die ja nichts anderes als besondere Abtheilungen desselben in der Gegend der Schnecke sind, gebildet werden. Dieses bei den meisten Wirbel-

1) Entwicklungsgeschichte.

2) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XVII.

thieren der regressiven Metamophose anheimfallende Gewebe zeigt eine solche bei den Schildkröten entweder gar nicht, oder nur partiell, im Gegentheil, es gewinnt bei diesen Thieren, wie mir auch aus den Abbildungen von RATHKE [1]) hervorzugehen scheint, eine solche Entwicklung, wie mit Ausnahme der *Cyclostomen* bei keinem anderen Wirbelthiere. Es bildet eine vollkommene bindegewebige Hülle um das eigentliche häutige Gehörorgan und diese bewirkt dann die scheinbare Ausnahme vom Gesetz, dass das häutige Labyrinth excentrisch gelagert näher der inneren, als der äusseren Gehäusewand liegt. Entfernen wir diese Hülle, so sehen wir auch hier zwischen *foramen vestibulare* und der gegenüberstehenden Labyrinthwand, der äusseren des *sacculus* und des Anfangs der Schnecke einen weiten Raum und einen ähnlichen am Bogenapparat, und wir finden, dass der ganze Apparat auch bei diesen Thieren excentrisch gelagert, der inneren Schädelwand am meisten genähert ist. Daraus folgt dann bei genauer Ausfüllung des Gehäuses von Seiten dieser Bindegewebsmasse weiter, dass dieselbe aussen am stärksten, innen am wenigsten entwickelt sein muss. Das ist freilich nur für die Entwicklung dem Volum nach, nicht aber unter allen Umständen für die Massenentwicklung der histologischen Elemente, wie wir alsbald sehen werden, giltig. Diese Hülle steht nur an wenigen Stellen mit dem histogenetisch zu derselben gehörigen Periost in Verbindung und zwar nur dort, wo sich dieselbe nicht innig anlegt, also in der Ausweitung, die die zusammenliegenden Ampullen und den *utriculus* aufnimmt (Fig. 7 b) und an der Commissur der Bogengänge. Hier trifft man auf einen Raum, der mit Flüssigkeit gefüllt ist, und den man auf den ersten Blick einzig und allein als einen perilymphatischen Raum anzusehen geneigt sein wird. An ersterer Stelle wird, wie schon früher erwähnt, die Verbindung durch sparsamere, an letzterer durch massenhafter auftretende und ein feines Netzwerk bildende Stränge bewirkt, die aus einfachem faserigen Bindegewebe mit sparsam eingestreuten, spindelförmigen Bindegewebskörperchen bestehen. Von einem Epithel habe ich weder an der Aussenfläche der Hülle noch an der Innenfläche des Periostes, ebenso wenig wie bei den anderen von mir untersuchten Wirbelthieren irgend etwas entdecken können.

Es frägt sich nun, nachdem wir die Beziehungen der Hülle zum Periost festgestellt, welches Verhalten zeigt dasselbe zum häutigen Labyrinthe, ist sie mit der Oberfläche desselben fest verbunden, und auf welche Weise, oder findet sich zwischen den beiden Theilen ein zusammenhängender, mit Flüssigkeit gefüllter, nach aussen hin grösser, nach innen hin kleiner werdender Raum, gleichsam ein *cavum perilymphaticum internum*, im Gegensatz zu dem zwischen Periost und Hülle befind-

1) Ueber die Entwicklung der Schildkröten.

lichen *externum?* Unter der Voraussetzung, dass die Entwicklung der Elemente des Gehörapparates bei allen Wirbelthieren dieselbe, wird man zur erstern Annahme geleitet, dass, wie zwischen Periost und Hülle eine wenn auch sparsame Verbindung, eine solche auch zwischen Labyrinth und Hülle stattfindet, und so ist es in der That, und wir können uns das ganze Verhalten folgendermassen vorstellen Der gesammte Gehörapparat ist von einem bindegewebigen Netzwerk umgeben, dessen Maschen bald ausserordentlich eng, bald weit erscheinen, und dieses Netzwerk verdichtet sich an der Oberfläche zu einer zusammenhängenden Membran, deren sparsame Verbindungen mit dem Periost auf den genetischen Zusammenhang aller drei Gewebe hindeuten. Bei den Schildkröten ist also nur ein quantitativer, kein qualitativer Unterschied der Gewebe gegenüber der gleichen bei den Säugethieren, Vögeln und Amphibien vorhanden, und demnach wird der Entwicklungsgang etwa folgender sein. Die embryonalen Zellen, welche den Bildungszellen des Periostes nach innen hin folgen, bilden eine gleichmässige Bindegewebsmembran, während der Rest einerseits zur Wand des häutigen Labyrinths sich umwandelt, und andererseits auswachsend ein bald weiteres, bald dichteres Maschenwerk bildet. Die mit Flüssigkeit gefüllten Hohlräume dieses Netzes hängen unter einander zusammen, und bilden somit in der That einen inneren perilymphatischen Raum, der wohl durch feine Spalten in der Membran continuirlich mit dem nur an einzelnen Stellen entwickelten äusseren zusammenhängen wird. Ein Beweis für den genetischen Zusammenhang des Periostes, der Bindegewebshülle und der mit derselben in Verbindung stehenden Labyrinthwand einerseits, und der *dura mater* andererseits liegt in dem Verhalten der Fortsetzung dieser Membranen in die *aquaeductus cochleae* und *vestibuli.* Letzterer geht in seinem Canal schräg nach unten, vorne und aussen, ersterer nach innen und unten und geht einmal in das Gewebe des Periosts wie bei anderen Wirbelthieren, dann aber auch mit einem dicken, breiten, alsbald fächerartig sich auflösenden Faserstrang in die Bindegewebsmembran der Hülle des Labyrinths über, so dass also an den Einmündungsstellen dieser Aquädukte eine feste Verbindung des Labyrinths mit der Innenwand des Gehäuses zu Stande kommt.

Ich erwähnte vorhin, dass der Durchmesser der Hülle nicht überall der gleiche, dass also der Abstand der äusseren Begrenzungsmembran derselben von der Wand des Gehörapparates verschieden und daraus resultirt eine excentrische Lage desselben. Die Membran der Hülle zeigt im grossen Ganzen betrachtet an der Aussenseite des Labyrinths die grössten Abstände, die geringsten dagegen innen, während in den Bogengängen die Entfernung sich ziemlich gleich bleibt, jedoch an der concaven Seite derselben ein wenig grösser erscheint, wie an der convexen, und das hat

natürlich zur Folge, dass das verbindende Maschennetz an der Aussenseite ausgedehnter sich findet, wie an der der Schädelhöhle zugekehrten Wand. Diese Verschiedenheit in der Ausdehnung des netzartig angeordneten Bindegewebes ist begleitet von einer Grössenab- und Zunahme der von demselben gebildeten Hohlräume. Wo der Abstand der Membran an der Wand des Labyrinthes am grössten, dort sind auch die Hohlräume am ausgedehntesten, wo der Abstand geringer, dort verengern sich die Maschen oft ausserordentlich, und erscheint an jenen Stellen die Hülle ausserordentlich dünn und durchscheinend, so ist sie an diesen dick und von weissopakem Aussehen. Dort ist der innere perilymphatische, mit Flüssigkeit gefüllte Raum ausgedehnt, hier dagegen, wenn auch nicht verschwindend, so doch auf ein System sehr enger, untereinander communicirender, mannigfach gestalteter Hohlräume reducirt, die natürlich jeder Bewegung, namentlich Wellenbewegung innerhalb der dort befindlichen Flüssigkeit grosse, um nicht zu sagen absolute Hindernisse in den Weg legen. Den grössten Abstand erreicht die Membran der Hülle im Bereiche des *foramen vestibulare* und zugleich zeigt sie hier die geringste Dicke (Fig. 7 e) und präsentirt sich nach Wegnahme der Basis des Gehörknochens als eine ausserordentlich zarte, durchsichtige, leicht flottirende und auf der Oberfläche von einem ausserordentlich feinen Netzwerk überzogene Membran, durch die wir aus der Tiefe eine auf dunklem Grunde ruhende weisse Masse, die Otolithenmasse des Sacks durchschimmern sehen. Nach Wegnahme dieses zarten Gebildes, gelangen wir in einen rundlichen, unregelmässigen, bis über den Umfang des Vorhofsfensters nach oben und vorne gegen die zusammenstehenden Ampullen sich emporziehenden, mit Flüssigkeit gefüllten Raum (Fig. 11), an dessen Grenzen erst das feine verbindende Bindegewebsnetz auftritt (Fig. 11 c), auf welches ich gleich weiter zu sprechen komme. Diesen Raum kann man als einen ausserordentlich erweiterten Maschenraum auffassen, der nur oben und, wie ich gefunden, auch da nicht immer von ausserordentlich feinen und langen, sparsamen Strängen durchsetzt wird. Den Grund desselben bildet eine sehr leicht zerreissliche, zarte, bei Betrachtung mit blossem Auge homogene Membran (Fig. 13 d), die die Otolithenmasse bedeckt, an deren Rändern die pigmentirte Innenwand des häutigen Labyrinths zum Vorschein kommt. Diese Membran (Fig. 13 d) zieht sich nach unten und hinten über die Aussenfläche eines kleinen, zapfenartigen Körpers, die Schnecke, (Fig. 13 e) weg, und auch durch diesen Theil schimmert eine weissliche Masse, die Fortsetzung der Otolithenmasse im Schneckenhohlraum, die, wie wir später sehen werden, nicht constant zu sein scheint. An der Peripherie des Raums findet sich dichtes Netzwerk mit ausserordentlich engen und mannigfaltig gestalteten Maschenräumen und dieses verdeckt

die übrigen Theile des Labyrinths vollkommen und nur schwach sieht man die Ampullen (Fig. 8 c d e) und die Bogengänge durchschimmern. Ich komme gleich auf dieses Verhalten zurück. Am unteren Umfange des Raumes zeigt sich ein starker Faserstrang (Fig. 11 b), dessen Anheftung man unterhalb des durchscheinenden Theils der Membran als einen weisslichen Fleck sieht, und der in dem Winkel zwischen dem ausgedehnten, die grosse Otolithenmasse deckenden Theil der zarten Membran und deren Fortsetzung auf die Schnecke mit paralellen, zarten und dicht an einander liegenden Fasern entspringend nach aussen verläuft und dann fächerförmig ausstrahlend an die Membran sich ansetzt und derselben an der Stelle ein weisses, opakes Aussehen verleiht. An der hinteren Begrenzung des Ursprungs dieser Fasern, zwischen ihnen und dem Zapfen, den ich als Schnecke bezeichnet, findet sich eine nach hinten und oben gerichtete rundliche Oeffnung (Fig. 11 d), die in einen Canal hineinführt, der bedeckt von dem Faserstrang und durch diesen von dem vorhin beschriebenen Hohlraum abgeschlossen anfangs nach unten und vorne gerichtet, die Innenfläche des Zapfens an der Basis desselben umkreist (Fig. 9 g und 12 d) und gegenüber der inneren Oeffnung des Schneckenfensters sein Ende findet. Dieser in dem Maschenwerk der Hülle gleichsam ausgegrabene Canal, der den inneren perilymphatischen Hohlraum mit dem hinteren Theil des *recessus cavi tympani* verbindet, und den ich als *canalis lymphaticus* bezeichnen möchte, und von dem ich vermuthe, dass er mit einem ausserhalb des Labyrinths liegenden Lymphgefässe communicirt, läuft also an der Innenwand des knöchernen Gehäuses und erscheint ausserordentlich dünnwandig, so dass bei weniger vorsichtiger Wegnahme der Knorpelplatte derselbe leicht verletzt wird. Er drängt demnach den Theil des häutigen Labyrinths, um den er sich herumschlägt von der Gehäusewand ab, während die übrigen Theile ihr näher gerückt sind. Die Wand des Canals erscheint nicht blos innen als mehr gleichmässige Membran, sondern auch, wenn auch nicht in demselben Maasse oben und unten und wenn sich die Maschenräume der bindegewebigen Hülle überall in denselben öffnen, so geschieht das nur durch ausserordentlich feine Communicationen, wie überhaupt die Maschenräume entsprechend dem geringen Durchmesser der Hülle an der Innenwand des Labyrinths ausserordentlich eng sind.

Die äussere Oeffnung dieses Canals, die dem *foramen cochleare* zugewandt ist, erscheint trichterförmig und namentlich nach unten hin wegen der starken Umbiegung der Ränder erweitert (Fig. 10) und zugleich nach unten hin mehr zugespitzt auslaufend. Die Ränder sind nicht vollkommen scharf, sondern etwas zerrissen und das hat mich eben zu der Annahme geführt, dass ein Fortsatz dieses Canals durch das runde Fenster in die hintere Abtheilung des *recessus* geht und hier vielleicht mit einem

Lymphgefäss zusammenhängt. Den Beweis freilich muss ich schuldig bleiben. Ich wäre freilich von vorne herein eher geneigt gewesen anzunehmen, dass dieser Canal mit der *vena jugularis* in Verbindung stehe, allein ich habe niemals auch nur Spuren von Blutkörperchen in demselben gefunden, und dann widerstrebt dieser Annahme der Umstand, dass in diesem Falle der grösste Theil des perilymphathischen Raumes einen kavernösen Blutraum repräsentiren müsste, während derselbe doch mit klarer, mehr lymphartiger Flüssigkeit gefüllt ist. Kurz bevor dieser Canal des *cavum perilymphaticum internum* am Schneckenfenster ausmündet, bemerkt man an seiner Aussenwand gegen das häutige Labyrinth resp. gegen die Basis des Zapfens hin, den ich als Schnecke in Anspruch nahm, ein rundliches Loch, das in einen blindgeschlossenen *recessus* führt, (Fig. 10 d) dessen Wände grösstentheils stark verdickt, knorpelartig erscheinen, während im Grunde in einer schmalen, länglichen Spalte ausserordentlich zart, dünn und durchscheinend eine Membran zum Vorschein kommt, die mit ihrer Fläche nach innen gewandt an ihren Ansätzen an den Knorpeln mannigfach gezackt erscheint (Fig. 14 g). Dies rührt von verschieden geformten Vorsprüngen der scharfvorragenden Knorpelränder her. Die Knorpel sind, wie wir alsbald sehen werden, die Schneckenknorpel, der *recessus* ist die *scala tympani*, die also mit Hülfe der bindegewebigen Hülle und des Canals gerade wie bei den höheren Thieren am Schneckenfenster nach aussen mündet. Die zarte Membran ist die *membrana basilaris*, die hier wie bei den Vögeln und den Säugern den *canalis cochlearis* oder die *scala media* von der Paukentreppe abschliesst. Unterhalb der dünnen Innenwand des *canalis lymphaticus* verdichtet sich das bindegewebige Netzwerk der Hülle ausserordentlich und bildet einen konischen Zapfen (Fig. 7 e), der nach hinten und innen etwas hakenförmig umgebogen, mit abgestutzter Spitze ausläuft und den unteren, knorpligen Theil des knöchernen Gehäuses vollkommen ausfüllt. Man darf aber durchaus nicht aus der Lage dieses Kegels auf die Ausdehnung des häutigen Labyrinths nach unten schliessen. Er erstreckt sich viel weiter als dieses, welches etwas unterhalb der Höhe der unteren Wand des Canals sein Ende findet. Ebenso wenig stimmt die Stellung des unteren Theils der bindegewebigen Hülle vollkommen mit der Stellung des umhüllten Labyrinththeils, wie wir alsbald sehen werden, überein.

Oberhalb des *canalis lymphaticus* ist die Hülle wie unten ebenfalls ausserordentlich fest, engmaschig und undurchsichtig, und trotzdem der Abstand des häutigen Labyrinths von der inneren Schädelwand nur ein verhältnissmässig geringer, der Dickendurchmesser der Hülle also wenig entwickelt, sehen wir am hinteren Umfange derselben nur undeutlich eine von hinten aussen, nach vorne innen herumziehende Röhre (Fig. 9 b), den häutigen horizontalen Bogengang durchschimmern, während oberhalb

dessen Ende, an der Innenwand des Labyrinths wegen der starken Durchsichtigkeit und der lockeren Beschaffenheit der Hülle die Vereinigung der beiden verticalen Bogengänge deutlicher zum Vorschein kommt. Zuweilen, aber nicht immer, gelingt es durch die Hülle hindurch unterhalb des durchscheinenden Endes des horizontalen Bogengangs um den hinteren Umfang des Labyrinths herumgreifend einen weissen Strang zur hinteren, oberen, äusseren Ecke des Gehäuses ziehen zu sehen, (Fig. 9 c) den von dem am weitesten nach hinten durchtretenden Ast des *nervus acusticus* sich abzweigenden Nerven für die allein stehende Ampulle. Am vorderen Umfange der Innenwand des häutigen Gehörapparates ist die Hülle, namentlich unmittelbar oberhalb des vorderen Theils des *canalis lymphaticus* von einer ausserordentlichen Festigkeit, und die Maschenräume derselben besitzen hier die grösste Enge. An dieser Festigkeit des Gewebes möchte wohl der Theil der Bindegewebsmasse, der sich im *aquaeductus vestibuli* befindet und fächerartig ausstrahlt, einen grossen Antheil haben, und wenn man hier trotz der Dichtigkeit Theile des häutigen Labyrinths durchschimmern sieht, so ist das mehr auf Rechnung der intensiven Färbung derselben als auf die Durchsichtigkeit des dieselben bedeckenden bindegewebigen Lagers zu setzen (Fig. 9 f.). Es ist mir hier namentlich an der Eintrittsstelle der Nerven trotz der grossen Mühe, die ich mir gegeben, niemals gelungen das häutige Labyrinth vollkommen freizulegen. Das Bindegewebe bildet eine dicke, feste Scheide um die Nervenäste (Fig. 12) und zieht man dasselbe herunter, so zerreist man gewöhnlich den *acusticus*.

Wir haben gesehen, dass der Gehörnerv in zwei Zweige getheilt, der eine vorne oben, der andere hinten unten am vorderen Umfange der inneren Labyrinthfläche den Knochen durchbohrte, von denen wir den ersteren als *ramus vestibularis*, letzteren als *ramus cochlearis* bezeichneten. Ersterer theilt sich alsbald in zwei Aeste (Fig. 8 g f Fig. 14 b c), von denen der eine nach oben, vorne und aussen nirgends durch die Hülle schimmernd verläuft, und wie wir sehen werden zu den zusammenstehenden Ampullen und zum *utriculus* sich begiebt (Fig. 13 und 15), während der andere nach unten und aussen ziehend ebenfalls in seinem Verlaufe nicht durch die Hülle schimmernd zum *limbus sacculi* und vielleicht auch mit einigen Fasern zum *recessus* desselben Vorhoftheils sich begiebt (Fig. 14 c). Der *nervus cochlearis*, ebenfalls gleich nach seinem Eintritt in die Labyrinthhöhle von einer dicken Scheide umschlossen (Fig. 14 d) theilt sich nach unten und hinten verlaufend ebenfalls in zwei Aeste, einen dicken abwärtssteigenden für die Schnecke, den man nicht durch die Hülle hindurch zu sehen bekommt und der wohl auch für den *recessus sacculi* bestimmt ist und einen dünnen, nach hinten gehenden, dessen ich schon früher erwähnt, und der die alleinstehende Ampulle versorgt (Fig. 9 c u. 14 h).

Wir können also bei den Schildkröten nur mit Unrecht von einem *ramus vestibularis* und *cochlearis* sprechen, wozu wir bei den Menschen und den Vögeln berechtigt waren, trotzdem bei letzteren Thieren ersterer sich schon frühzeitig in eine Menge selbständiger Aeste auflöste. Bei den Schildkröten sehen wir, und das ist vergleichend anatomisch wichtig, zum ersten Male den *nervus cochlearis* auch andere Theile des Labyrinths, wie die Schnecke versorgen, wie ich das bei den Batrachiern geschildert [1]) und wie es auch von den Fischen allgemein bekannt ist. Es hängt das wohl mit den Lage- und Grössenveränderungen der einzelnen Bestandtheile des Gehörapparates, wie ich später eines weiteren ausführen werde, zusammen, und wir sehen hier fast vollkommen dasselbe Verhalten wie bei den Fröschen.

Betrachten wir nun nach dieser Schilderung der häutigen Hülle des Gehörapparates die histologische Struktur derselben, so finden wir, dass die zusammenhängende Membran auf der freien Oberfläche aus feinem, fibrillärem Bindegewebe mit eingestreuten elastischen Fasern und spindelförmigen Zellelementen besteht (Fig. 22 b), welches von einem nicht sonderlich reichen Gefässnetz durchsetzt ist. Hie und da bemerkt man auch eingestreute lymphoide Elemente. Stärker entwickelt sind die Bindegewebsfasern in dem Balkennetz (Fig. 22 d), zugleich treten die Bindegewebszellen stärker hervor und die eingelagerten lymphoiden Elemente sind ausserordentlich viel reichlicher vorhanden (Fig. 22 a). Von einem die Maschenräume auskleidenden *epithelium spurium* habe ich mit Sicherheit nichts entdecken können, allein mir standen ja nur lange in Alkohol aufbewahrte Präparate zur Disposition, und es wird sich vielleicht bei Fröschen oder mit anderen Reagentien behandelten Präparaten nachweisen lassen, jedenfalls möchte ich die Aufmerksamkeit künftiger Forscher auf dieses Objekt gelenkt haben, um so mehr, weil über das Verhalten der Lymphgefässe im Ohr bis dahin wenig bekannt und die Annahme, dass dieses Maschengewebe und überhaupt der perilymphatische Raum zum Lymphgefässsystem in Beziehung steht, von vorne herein nichts unwahrscheinliches hat. Ich möchte wenigstens bis auf Weiteres an dieser Ansicht festhalten und hie und da sind mir bei Betrachtung des Bindegewebsnetzes Bilder aufgestossen, die wohl für ein auf den Balken befindliches Epithel genommen werden konnten, allein ich will mich wie gesagt für einmal weder nach der einen noch nach der anderen Seite hin entscheiden.

Dieser bindegewebigen Hülle ist von den bisherigen Anatomen keiner besonderen Erwähnung geschehen, obgleich die ausgezeichneten Abbildungen Scarpa's [2]) und Rathke's [3]) und die weniger guten Windischmann's [4])

---

1) Das Gehörorgan der Frösche Leipzig 1868.

2) l. c.

3) Entwicklungsgeschichte der Schildkröten.

4) l. c.

mir darauf hinzuweisen scheinen, dass keiner derselben das häutige Labyrinth vollständig isolirt, und daher mag es wohl kommen, dass namentlich die letzteren beiden einen *saccus cochleae* der Reptilien beschreiben, der nichts mit dem häutigen Labyrinth zu thun haben kann, und dessen Scarpa auch keine Erwähnung thut. Ich habe früher erwähnt, ich glaubte, dass dieser Sack der *bulbus venae jugularis* und das in der *fenestra rotunda* befindliche Gefäss, welches in die Hülle hineingeht, sei, allein ich hielt noch eine andere Möglichkeit offen, dass ein Lymphgefäss im Schneckenfenster sich finden könne, welches in Zusammenhang mit dem *canalis lymphaticus* die perilymphatische Flüssigkeit nach aussen zu leiten und somit eine Circulation der Lymphe aufrecht zu erhalten im Stande sei. Es wäre möglich, da die beiden Untersucher durch die Sorgfalt ihrer Beobachtungen ausgezeichnet sind, dass dieselben das peripherische Lymphgefäss und einen im hinteren Theil des *recessus* liegenden Lymphsack präparirt hätten, sonst weiss ich keine Erklärung des Verhaltens, denn, wie man alsbald aus der nun folgenden Beschreibung sehen wird, kann mir kein natürlich vorhandener Theil des häutigen Labyrinths entgangen sein, besonders bei einem so grossen Objekt wie *Chelonia midas* und bei einer wegen der Spärlichkeit des Materials, wie man mir gewiss gerne glauben wird, sorgfältigen Präparation, die ich unter steter Rücksichtnahme auf die schon vorhandenen Beobachtungen vorgenommen. Ob bei den Eidechsen, die Deiters beschrieben, die Bindegewebshülle vorhanden ist oder nicht, geht aus seiner Beschreibung nicht hervor und aus seinen Abbildungen vermag ich dergleichen auch nicht zu entnehmen, möglich, dass sie bei diesen Thieren, deren Gehörorgan eine Stufe niedriger dem der Batrachier näher zu stehen scheint, fehlt.

Das häutige Labyrinth, zu dessen Beschreibung ich mich jetzt wende, besteht wie bei den Säugern und den Vögeln einerseits, bei den Amphibien andererseits, wie ich schon angedeutet, aus denselben Theilen, dem Bogenapparat, dem *vestibulum* und der Schnecke, und zwar mit denselben Bestandtheilen und in wesentlich derselben Anordnung. Der häutige Vorhof zerfällt auch hier in den *utriculus* (Fig. 13 c), von dem aus die drei Ampullen sich erheben, und in den wieder die von ihnen ausgehenden Bogengänge gemeinschaftlich münden, und aus dem Sack (Fig. 13 d), der mit dem *utriculus* communicirt, dagegen direkt nichts mit dem Bogenapparat zu thun hat, und in die aus diesem hervorgehende Schnecke (Fig. 13 e). Das häutige Labyrinth der Schildkröten und der Reptilien überhaupt bildet das Bindeglied zwischen dem der Vögel und dem der Amphibien und von den Crocodilen angefangen, die nach der Beschreibung und den Abbildungen Windischmann's zu schliessen den Vögeln am nächsten stehen, bis zu den Eidechsen, die sich, wie es nach Deiters scheint, am meisten den Fröschen nähern, sehen wir eine Con-

tinuität im Bau, die auch auf diesem Gebiete beweist, wie richtig das Princip, welches Darwin in die Wissenschaft eingeführt und ferner wieder schlagend die Richtigkeit meines schon früher aufgestellten Satzes darthut, dass das Wesen im Bau des Gehörorgans überall das gleiche.

Betrachten wir zunächst das häutige Labyrinth im Zusammenhange in der Stellung und in den Verhältnissen der einzelnen Theile zu einander, um dann weitergehend die Beziehung desselben, einmal zu dem der Vögel und damit auch der Säuger, und dann zu den Batrachiern festzustellen, so finden wir entsprechend der Stellung des knöchernen Gehäuses die Längsaxe des ganzen Apparates von oben und etwas nach aussen, nach unten und innen gehend, den oberen Theil eingenommen von dem Bogenapparat, die Mitte von dem *vestibulum*, den unteren von der Schnecke. Es steht also bei den Schildkröten wie bei den Fröschen das häutige Labyrinth mehr aufrecht, während es ja bei den Säugern und Vögeln von oben hinten, nach unten vorne geneigt war. Diese Neigung kam vor allen Dingen auf Rechnung der geringen Entwicklung des Vorhofs gegenüber der verhältnissmässig starken Ausbildung der Schnecke, die durch ihre Neigung nach unten, vorn und innen und durch die Entwicklung des sagittalen oberen Bogengangs nach oben, hinten die Stellung bei diesen Thieren bedingte. Bei den Schildkröten zeigt die Schnecke (Fig. 13e) nur eine geringe Entwicklung gegenüber den übereinander liegenden Abtheilungen des *vestibulum*, und der sagittale Bogengang ragt nicht über das *niveau* des frontalen, und daraus erklärt sich die veränderte Stellung, da das Uebereinanderstehen der durch ihre Ausbildung ausgezeichneten Vestibulartheile das Ausschlaggebende ist.

Der Bogenapparat in seinen Lagerungsverhältnissen am meisten mit dem der Batrachier übereinstimmend erinnert in seiner ganzen Form viel mehr an den gleichen Theil bei den Menschen und den Säugern, als bei den Vögeln und zwar, weil die drei Bogengänge (Fig. 13, 14, 15) gleichmässig entwickelt keine Längendifferenzen zeigen, wie es ja in einem so ausgezeichneten Grade bei den Vögeln mit dem sagittalen Bogengang der Fall. Die beiden verticalen Gänge verlaufen, jedoch wie bei den übrigen Wirbelthieren, der sagittale etwas mehr, wie der frontale aus der Ebene herausgelagert, ersterer von vorne aussen, nach innen und hinten, der zweite von hinten aussen, nach vorne und innen, und beide vereinigen sich am Dach des knöchernen Labyrinths in der Mitte der Schädelhöhlenfläche dem hinteren Umfange etwas mehr genähert mit einander, liegen wesentlich in gleicher Höhe und sind wie bei dem Menschen gleich lang. Der horizontale (Fig. 13b) von vorne nach hinten sich schlagend und der Aussenwand des Schädels am meisten genähert entfernt sich am wenigsten aus der entsprechenden Ebene, wendet sich jedoch nicht wie bei den Vögeln über den Umfang des frontalen Ganges nach hinten, sondern wie

bei den Amphibien und Säugern verläuft er bis in die Ebene desselben hineinragend nach innen und verbindet sich unterhalb der Vereinigung der verticalen Gänge senkrecht wie bei den übrigen Wirbelthieren auf diese stossend auf später zu beschreibende Weise mit denselben an der inneren Schädelwand (Fig. 13a).

Was die Ampullen betrifft, so stehen wie bei den Menschen, den Säugern, den Vögeln und Fröschen die horizontale und die sagittale Ampulle zusammen (Fig. 15a u. b. und 16) nach vorne gewandt, die frontale (Fig. 15c) hinten. Die vorne am weitesten nach aussen liegende, horizontale Ampulle sieht wie bei den Vögeln mit ihrem Boden nach aussen und etwas nach unten, mit ihrem Dach, über das sich der Bogengang hinüberwölbt, nach innen und etwas nach oben. Die Seitenwände sind also wesentlich nach oben und unten gekehrt. Die sagittale, am meisten der Schädelhöhlenwand genäherte sieht auch hier mit ihrem Boden nach vorne, unten und aussen, mit ihrem Dach nach oben, hinten und innen, und dem entsprechend liegen ihre Seitenwände hinten aussen und vorne innen, auch hier der Bogengang wie überall über das Dach hinübergekrümmt, während bei der frontalen Ampulle, wo das gleiche stattfindet, das Dach nach oben innen, der Boden nach unten aussen sehend, die Seitenwände nach vorne aussen und nach hinten innen kehren. An den Boden der beiden verticalen Ampullen treten die Nerven heran und an den Seitenwandungen sich etwas emporziehend, sieht man als weissen Streifen (Fig. 16a) die *crista acustica* durchschimmern, während an der horizontalen Ampulle der Nerv über den Boden von aussen her hinübergreifend (Fig. 16d) sich an die obere Seitenwand begiebt, und hier schimmert wie bei allen bisher geschilderten Wirbelthieren die *crista acustica* durch.

Wie bei den Menschen, Säugern, Vögeln und Amphibien spannt sich nun der *utriculus*, in der Form am meisten dem der Batrachier genähert, in horizontaler Richtung, mit der grössten Axe von vorne nach hinten gestellt zwischen der alleinstehenden und den zusammenstehenden Ampullen aus. Vorne und hinten aussen münden in ihn auch hier die Ampullen und innen an der Schädelhöhlenwand die vereinigten Bogengänge, jedoch näher der frontalen Ampulle. Der Nerv tritt auch wie bei den übrigen Thieren an den Theil des *utriculus*, aus dem die zusammenstehenden Ampullen hervorgehen (Fig. 16e). Die durch die Wandung schimmernde *macula acustica* sehen wir im Gegensatz zu dem Verhalten bei den Vögeln mehr im Bereich der sagittalen wie der horizontalen Ampulle gelagert, ein Unterschied, der aber nicht besonders prägnant zu Tage tritt, und auf den ich keinen übermässig grossen Werth legen möchte.

Nach unten von dem gesammten *utriculus* und nach unten und hinten von der wichtigen *macula acustica* sehen wir wie bei den Vögeln (Fig. 15f)

den *sacculus* zum Vorschein kommen, der nur durch eine ausserordentlich enge Communication in dem oberen Theile desselben mit dem *utriculus* in Verbindung steht (Fig. 16 g). Die *macula acustica* desselben befindet sich am unteren, vorderen Umfange (Fig. 18 fg) und von unten hinten ausgehend erstreckt sich die Schnecke als ein kurzer, nach unten gerichteter, am Ende etwas keulenförmig verdickter Zapfen, der nur wenig über die untere Grenze des Sacks hervorragt. Die Lagerung dieses Theils ist also ganz ebenso wie bei den Säugern und Vögeln, bei denen der *sacculus* nach oben und vorne von dem Anfang der Schnecke liegt mit seiner *macula acustica* der Schnecke auch hier dicht angelagert, und das gleiche Verhältniss lässt sich leicht aus den Abbildungen constatiren, die ich zu meiner Abhandlung: das Gehörorgan der Frösche[1]) gegeben. So sehen wir denn wie die Grundverhältnisse der einzelnen Abtheilungen des häutigen Labyrinths der Menschen, Säuger, Vögel, Schildkröten und Frösche dieselben sind und doch lässt sich nichts Differenteres denken als das Aussehen des Gehörapparates der Vögel und der Schildkröten, während dagegen die Aehnlichkeit mit dem der Batrachier auf den ersten Blick in die Augen springt, nichts leichter aber auch, als nach dieser Schilderung die eine Form aus der anderen abzuleiten. Bei den Vögeln haben wir es mit ausserordentlich scharf von einander getrennten Theilen zu thun, hier dagegen zeigt sich, wenn auch nicht so ausgeprägt wie bei den Batrachiern, ein gemeinsamer Behälter, an dem man erst bei näherer Betrachtung die Grenze der einzelnen Abtheilungen erkennen kann, und von denen nur der Bogenapparat mehr selbständig erscheint, während die Schnecke nur einen kleinen Appendix repräsentirt, und doch liegt der ganze Unterschied nur in dem Ueberwiegen der zum *vestibulum* gehörigen Theile, gegenüber vor allem der Schnecke, namentlich aber in der ausserordentlichen Entwicklung, welche der Sack bei allen Wirbelthieren von den Reptilien an abwärts erfährt, eine Entwicklung, die diesem Theile, bevor man dessen morphologische Bedeutung erkannte, schon frühzeitig einen eigenen Namen (Steinsack) verschaffte, und die es bedingte, dass derselbe stets vor allen anderen besonders hervorgehoben und als etwas eigenartiges hingestellt wurde. Der *utriculus* ändert sich relativ wenig, und wenn auch die Ausdehnung von hinten nach vorne von den Reptilien angefangen grösser wird wie bei den Vögeln und Säugethieren, und somit der Abstand zwischen den zusammenliegenden Ampullen und der einsamen etwas zunimmt, immer bleiben die Lagerungsverhältnisse der einzelnen zu ihnen gehörigen Theile des Bogenapparates dieselben, und die *macula acustica* findet sich stets in der Nähe der horizontalen und sagittalen Ampulle. Denkt man sich nun aber, dass der kleine nach unten von ihnen, nach unten

1) l. c.

und hinten von seinem Gehörfleck gelegene Sack auswächst und zwar so, dass er schliesslich unterhalb desselben fast in derselben Breite, von vorne nach hinten zwischen den Ampullen sich erstreckt, denkt man sich dann, dass die aus demselben hervorgewachsene Schnecke sich allmälig gegen ihren Ursprung hinten unten reducirt, und nur wenig nach unten über das *niveau* desselben vorragt, so begreift sich, dass unter gleich gebliebenen gegenseitigen Lagerungsverhältnissen die Schnecke wie bei den Fröschen und Fischen in der Nähe der frontalen hinteren Ampulle gelagert erscheint, durch die Ausdehnung des Sacks von der *macula acustica* des *utriculus* und den zusammenstehenden Ampullen getrennt. Diese Ausdehnung des Sacks nach hinten, die bei den Schildkröten schon beträchtlich, bei den Fröschen ein noch höheres Maass erreicht, diese Reduktion der Schnecke und das Verdrängtwerden derselben aus dem Bereich der vorderen Ampullen gegen die hintere hin, scheint mir auch eine Erklärung für das eigenthümliche Verhalten der Nerven abzugeben, dass nämlich der zur Schnecke gehende Zweig nicht blos diese, sondern auch die derselben nahestehende frontale, hintere Ampulle und auch einen Theil des Sacks versorgt, der ja bei den Batrachiern wie wir wissen vollständig von dem *ramus cochlearis* versehen wird. Durch die Ausdehnung des häutigen Vorhofs und durch das Zusammengedrängtwerden der frontalen Ampulle, der Schnecke und der *macula acustica sacculi* einerseits nach hinten, und der horizontalen und sagittalen Ampulle mit der *macula acustica utriculi* andrerseits nach vorne wird bei den niederen Wirbelthieren eine Zweitheilung des *acusticus* begünstigt, die aber nicht der bei den Menschen und den Säugethieren homolog ist, und insofern ist das Verhalten bei den Vögeln, dieses Zerfallen des Vestibularastes in seine untergeordneten, einzeln zu jeder Abtheilung gehenden Zweigchen interessant, weil aus dieser Auflösung in die Elemente gleichsam eine neue Combination, wie wir sie im *nervus vestibularis* und *cochlearis* der Menschen und der Säuger finden, angebahnt wird.

Wenden wir uns jetzt zu der Schilderung der einzelnen Abtheilungen des Labyrinthes, so sehen wir, was die histologischen Verhältnisse betrifft, auch darin dieselben Grundverhältnisse trotz vieler und interessanter Differenzen auftreten, und das gilt namentlich für den Bogenapparat, der in seinem Bau am wenigsten von allen Abtheilungen des Labyrinths in dem Wirbelthierreiche differirt. Entsprechend der Grösse des häutigen Gehörorgans bei *Chelonia midas* zeigt sich die Wand der Bogengänge ausserordentlich dick, knorpelhart und nur schwach durchscheinend. Am stärksten ist dieselbe an der Einmündung in die Ampullen, dagegen nimmt sie ziemlich plötzlich an der Vereinigung ab und bekommt ein zartes, membranöses Aussehen. Die bindegewebige Hülle lässt sich sehr leicht in grossen Fetzen von ihnen herunterziehen. Schon mit blossem Auge

erkennt man auf der concaven Seite einen weisslichen Streifen, der gegen die Vereinigung der Bogengänge allmälig verschwindet, dagegen sich auf die Innenfläche des Ampullendaches fortsetzt. An der convexen Seite des Binnenraums bemerkt man nichts dergleichen. Die mikroskopische Betrachtung eines Querschnitts (Fig. 23) lehrt uns, dass die Dicke der Wandung nicht überall gleichmässig, am stärksten an der concaven Seite erscheint, von da an aber allmälig gegen die convexe Oberfläche abnimmt. Zugleich sehen wir nicht an allen Stellen das Lumen der Bogengänge einfach cylindrisch wie bei den übrigen Thieren gestaltet, sondern oft mehr vierseitig prismatisch mit abgerundeten Kanten, so dass auf dem Querschnitt eine Figur wie in Fig. 23 erscheint, zuweilen auch elliptisch. Im ersteren Falle finden sich die beiden schmalsten Flächen an der concaven und convexen Seite, und zwar an letzterer die kleinste. Die Wand der Bogengänge besteht auch hier aus der schon so oft erwähnten Spindelknorpelmasse. Homogene Grundsubstanz, in der bald mehr rundliche, bald mehr spindelförmige, bald grössere, bald kleinere Zellelemente eingesprengt sind. An der Umbiegung der inneren in die Seitenwände (Fig. 23 d) sieht man oft eine eigenthümliche Anordnung der spindelförmigen Zellen mit ihren Ausläufern. Sie legen sich regelmässig mit ihrer Längsaxe dem Dickendurchmesser des Knorpels paralell, etwas gegen das freie Lumen hin convergirend, so dass es auf dem Querschnitte oft dem Anschein hat, als habe man es mit einer Faserung in der Grundsubstanz zu thun. Die Aussenfläche der Bogengänge zeigt sich rauh, zerklüftet, oftmals auch gefasert (Fig. 23 e), und das hängt von der mehr oder weniger innigen Verbindung mit der Hülle, von dem Uebergange der histologischen Elemente des Knorpels in die Bindesubstanz, resp. von der Einlagerung dieser auf der Oberfläche ab. Die Gefässe umspinnen sämmtlich wie bei den Vögeln die Bogengänge und treten nicht in den Knorpel hinein. Der Binnenraum ist wie bei allen übrigen Wirbelthieren mit einem niedrigen, unregelmässig polygonalen, hellen, wenig granulirten Pflasterepithel (Fig. 23 c und 24 b) bekleidet, dessen Zellen einen rundlichen, dunklen Kern mit Kernkörperchen zeigen. Nur an zwei Stellen verändert das Epithel und zwar allmälig seinen Charakter, nämlich an der concaven Fläche (Fig. 23 b) und an der gegenüberstehenden Wand (Fig. 23 a). An ersterer geht es allmälig (Fig. 24 a) in ein helles, durchsichtiges Cylinderepithel über, dessen Zellen geringer an Durchmesser, wie die pflasterförmigen, in der Mitte am höchsten, an beiden Seiten am niedrigsten sind. Zugleich sehen wir die einzelnen Zellelemente, deren Kerne im Grunde liegen, von beiden Seiten her gegen die Mitte convergiren. Auch an der gegenüberstehenden Wand ist das Pflasterepithel etwas höher, stärker granulirt, mehr rundlich und geringer an Durchmesser, ohne doch in die eigentliche Cylinderform überzugehen. Zwischen dem Knorpel

und den Epithelzellen zeigt sich auch bei den Schildkröten ein feiner, heller, cuticularer Basalsaum (Fig. 24 c), der dem ersteren angehörig ist. Es ist die Cylinderepithelmasse an der inneren Fläche der Bogengänge, welche sich dem blossen Auge als weisser Streifen, dessen ich vorhin erwähnte, darstellt, und ich glaube, dass hier wie bei den übrigen Wirbelthieren ein Interesse sich an dasselbe knüpft, auf welches ich an dieser Stelle aufmerksam machen möchte. Sie ist allen Wirbelthieren gemeinsam und es weisst das auf eine Bedeutung derselben hin, die wenn nicht auf dem Gebiete der Morphologie und Physiologie gelegen, wohl auf entwicklungsgeschichtlichem zu suchen ist. Rathke [1]) hat mit gewohntem Scharfsinn folgende Ansicht über die Entstehung der Bogengänge, die wohl bei allen Wirbelthieren die gleiche ist, geäussert: »jeder häutige Bogengang entsteht, indem der häutige Vorhof an einer Stelle eine mit der Convexität nach aussen gekehrte Falte schlägt und hierauf die beiden Blätter der Falte an ihrer Basis verwachsen, und zuletzt wird ihre Substanz in der Art resorbirt, dass der neuentstandene Gang von dem Vorhof gleichsam abgespalten wird«. Für diese Ansicht spricht die Anordnung des Epithels an der beschriebenen Stelle, an der der Verschluss nach Rathke stattfindet, und wenn auch in der Knorpelsubstanz im erwachsenen Zustande keine Spur der ursprünglichen Trennung mehr vorhanden ist, so scheint mir doch dieser Epithelbeleg, der das Aussehen einer *raphe* besitzt, eine solche mehr als wahrscheinlich zu machen. Ist nun diese Ansicht richtig, und bis jetzt spricht, meine ich, nichts dagegen, dann kann man weiter gehen und sagen, es wird auch das knorplige Gehäuse der Bogengänge zu einer bestimmten Periode ebenfalls wohl eine solche Naht zeigen, da dasselbe sich erst nach Abschluss der Bogengänge um dieselben als geschlossener Canal herumlegen kann. Ich möchte kommende Forscher ganz besonders auch beim Menschen auf diese interessanten Punkte aufmerksam gemacht haben.

Ich erwähnte vorhin, dass gegen die Vereinigung der Bogengänge die Wand derselben an Dicke abnehme und an der Stelle ein membranöses Aussehen bekäme. In der That repräsentirt sie der inneren Wand des Gehäuses anliegend, von oben und etwas aussen, nach unten und innen sich erstreckend und mit weiter Oeffnung von oben her in die hintere Abtheilung des *utriculus* einmündend einen zarten, membranösen, von aussen nach innen etwas abgeplatteten Cylinder, dessen Wandung erst in dem unteren Theile an der Einmündung des horizontalen Bogengangs (Fig. 13 a) einen etwas grösseren Durchmesser gewinnt. Er lässt sich ebenfalls ziemlich leicht, wenn auch nicht in dem Grade wie die Bogengänge aus der bindegewebigen Hülle herausschälen, namentlich bleiben

1) Entwicklungsgeschichte der Natter. Königsberg 1839.

die umspinnenden, ziemlich reichlich vorhandenen Gefässe gerne haften. Beim Uebergang in den *utriculus* (Fig. 12) erweitert sich die Vereinigung der Bogengänge zu einem kurzen, weiten Trichter, und an der Aussenfläche dieses (Fig. 13 a), etwas oberhalb der Einmündung in den *utriculus* schlägt sich das Ende des knorpligen, horizontalen Bogengangs herum, erweitert sich ebenfalls plötzlich zu einem Trichter, dessen obere und innere Wand mit der der vereinigten Bogengänge verschmilzt, und dessen äussere und untere continuirlich in die des *utriculus* übergeht. Die Einmündung des horizontalen Bogengangs bildet hier wie bei allen Wirbelthieren einen rechten Winkel mit der gemeinschaftlichen Röhre der beiden verticalen Von einer Ausbuchtung am oberen Ende der Commissur, von einem *recessus labyrinthi*, einem geschlossenen Blindsack, wie Rathke[1]) ihn von den Schildkrötenembryonen beschreibt, habe ich bei erwachsenen Thieren keine Spur mehr entdecken können. Ich werde auf dieses Gebilde bei der Schilderung des Gehörorgans der Fische wieder zu sprechen kommen. Die membranöse Wand, wie in den Bogengängen einen zarten Basalsaum an der Innenfläche tragend, ist ein leicht streifiges Bindegewebe mit sparsamen, elastischen Elementen und einzelnen bald mehr rundlichen, bald mehr spindelförmigen Zellkörpern, die lange Ausläufer aussenden. Das Epithel ist dasselbe wie in den Bogengängen, nur an einzelnen nicht besonders charakterisirbaren Stellen zu dunkleren Flecken angehäuft, deren Zellen eine etwas stärkere Granulation darbieten.

Wenden wir uns jetzt zu der anderen Abtheilung des Bogenapparates, den Ampullen, deren Stellung ich schon früher eingehender beschrieben, so wäre noch, um die Betrachtung der makroskopischen Verhältnisse zu beenden, folgendes zu erwähnen. Der weisse Streifen der *raphe* an der concaven Seite der Bogengänge setzt sich, wie erwähnt, continuirlich auf die Innenfläche des Daches der Ampullen (Fig. 25 a) als etwas breiterer Streifen fort, um an der Einmündung derselben in den *utriculus* zu verschwinden Die beiden verticalen Ampullen zeigen an ihrem Boden eine leichte Einschnürung, die an der horizontalen nicht so ausgeprägt erscheint. In diese tritt der Nervenast (Fig. 16), der an der frontalen, hinteren Ampulle als zusammenhängender Strang zum Boden hinzieht, um dann erst in zwei gleichgrosse Aeste getheilt, fächerförmig ausstrahlend an der Unterfläche sich zu vertheilen. An dem Zweige, der zur sagittalen Ampulle geht (Fig. 16 b), bemerken wir freilich auch eine Zweitheilung, allein wie bei den Fröschen ist der innere entschieden überwiegend. Der kleinere geht nur an die äussere Abtheilung des Bodens der Ampulle und an die äussere Seitenfläche. Der zur horizontalen Ampulle gehende Ast verläuft als starker, etwas nach unten gekrümmter Strang (Fig. 16 d) von

---

1) l. c.

vorne unten, nach hinten oben, schlägt sich über den Boden hinüber und endet an der oberen Seitenfläche, wo er sich mit blossem Auge nicht weiter verfolgen lässt, und wo man nicht wie bei den anderen eine deutlich fächerförmige Ausstrahlung wahrnimmt. Während die beiden zusammenstehenden Ampullen durch eine tiefe Incisur an der Oberfläche gegen einander abgesetzt sind und direkt in den *utriculus* münden, und während die Wandungen nur durch leichte alsbald zu erwähnende Einschnürungen abgesetzt continuirlich in die des *utriculus* übergehen, sehen wir an der frontalen Ampulle, allein viel ausgeprägter wie bei den übrigen Wirbelthieren, bei denen sich Aehnliches findet, ein wesentlich anderes Verhalten. Die Ampulle zieht sich, bevor sie in den *utriculus* mündet, in eine cylindrische, dünnwandige Röhre aus (Fig. 13 b), die trichterförmig erweitert (Fig. 12 f) unten und nach innen von der Einmündung des horizontalen Bogengangs in den *utriculus* übergeht. Diese bei den Schildkröten so ausgezeichnet entwickelte Verbindungsröhre findet ihr Vorbild bei den *Plagiostomen*, wo dieselbe eine ausserordentliche Ausdehnung erreicht. Namentlich Brechet[1]) hat von Raja ein sehr deutliches Bild dieses so sonderbaren Verhaltens gegeben. Es ist der letzte Ueberrest eines bei diesen Thieren stark entwickelten Theils, die ja auch mit Bezug auf den persistenten *recessus labyrinthi* hohes Interesse darbieten. Die Wand der knorpligen Ampulle ist durchscheinend und zeigt am Boden und an den angrenzenden Parthien der Seitenwände in der Mitte einen weissen Streifen (Fig. 16 a), der an den Seiten der verticalen Ampullen in eine rundliche Scheibe übergeht. Ersterer ist die durchscheinende, etwas an den Seitenflächen emporragende *crista acustica*, letztere das von Steifensand[2]) zuerst beschriebene *planum semilunatum*. Während die beiden verticalen Ampullen wie bei den übrigen Wirbelthieren im makroskopischen Verhalten der *crista* vollkommen übereinstimmende Verhältnisse darbieten, sehen wir diese dagegen in der horizontalen Ampulle als weissen, am Ende etwas verdickten Streifen vorzugsweise die obere Wand bis zur Mitte einnehmen und nur wenig auf den Boden übergreifen, was sich schon in dem Verhalten des hinzutretenden Nervenastes ausdrückt. Die beiden zusammenstehenden Ampullen, die gegen einander, wie erwähnt, durch eine auf der Innenfläche als breite, abgerundete Leiste sich markirende Einziehung abgesetzt waren, sind durch eine ähnliche, oben und an den Seiten von dem *utriculus* geschieden, und diese stellt sich als eine am Dach unvollständig ringförmig sich erhebende *crista* dar. Die horizontale mündet am Dach hinten, oben, aussen, die verticale vorne, oben, aussen mit rundlicher Oeffnung.

---

1) Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouie des poissons. Paris 1831.

2) l. c.

Die Wand der Ampullen besteht aus demselben Gewebe wie die der Bogengänge, nur dass hier die Zellen des Spindelknorpels an keiner Stelle regelmässig angeordnet erscheinen, sondern unregelmässig durcheinander gelagert sind (Fig. 26, 29 u. 32). An der Seitenwand des Dachs hat dieselbe den geringsten Durchmesser, um sich gegen die Mitte wieder etwas zu verdicken; gegen den Boden der Ampulle hin nimmt aber der Dickendurchmesser beträchtlich zu und nur eine in den verticalen Ampullen vor der *crista acustica* gegen die Bogengänge hin in Gestalt einer rundlichen Vertiefung auftretende Stelle bildet eine Ausnahme, denn hier verdünnt sich die Knorpelmasse nicht unbeträchtlich. Der Basalsaum fehlt hier so wenig wie in den Bogengängen. Die Aussenfläche des Knorpels ist auch hier zerklüftet von dem Ansatz der bindegewebigen Faserhülle, die aber nur locker anhaftet. Am Boden der verticalen und etwas an deren Seitenwandungen emporsteigend erhebt sich die hohe Leiste der *crista acustica*, die in der Mittellinie am höchsten, gegen die Seitenflächen sich allmälig verflacht (Fig. 30) und an der oberen Grenze des an den Boden grenzenden Drittels vollkommen verschwindet. Sie erscheint gewöhnlich oberhalb der Anheftung am Boden etwas ausgebuchtet (Fig. 32), und dies ist um so interessanter, weil wir ja bei den Vögeln eine Kreuzgestalt der Gehörleiste auftreten sehen, worauf diese Erhebung an der Seitenfläche schon hindeutet. Auf ihrer Höhe ist sie gewölbt, und zwar am stärksten in der Mitte, während sie an den Seiten abgeflachter erscheint. In der horizontalen Ampulle ist die Erhebung der *crista acustica* an der oberen Seitenwand am beträchtlichsten (Fig. 31), und wird von da gegen den Boden hin niedriger. Das Dach ist von dem Bogengange mittelst einer leichten Einschnürung, der eine kleine Erhebung an der Innenfläche entspricht, abgesetzt und zeigt eine einfache Pflasterepithelbekleidung (Fig. 26 b) von demselben Aussehen, wie in den Bogengängen, ein Epithel, welches in der Mitte des Dachs als dunkler, leicht geschlängelter Streifen, als Fortsetzung der *raphe* erscheint und aus Cylinderzellen besteht (Fig. 26 e), die rundlich, geringer an Durchmesser wie die Pflasterzellen, in der Mitte am höchsten sind und mit ihren Spitzen auch hier von beiden Seiten her gegen die Medianlinie convergiren. Es sind glashelle Zellen, mit dem dunklen Kern und Kernkörperchen im Grunde, die allmälig unter Zunahme an Durchmesser niedriger werdend in das gewöhnliche Pflasterepithel übergehen. In den Boden der Ampullen ziehen sich auch die Zellender Bogengänge hinein, allein es erscheint mir nicht ganz sicher, dass dieselben bis an den Fuss der *crista acustica* ihren ursprünglichen Charakter beibehalten. Mein Material war nicht ausgiebig genug, um eine definitive Entscheidung in dem einen oder dem anderen Sinne zu treffen. Es kamen mir Bilder zu Gesicht, wo ich in der vorhin erwähnten rundlichen Einsenkung des Knorpels am Fuss der Leiste (Fig. 32 e) hohe, aber durch die Einwirkung

des absoluten Alkohols veränderte Zellmassen sah, die langen glashellen Cylinderzellen anzugehören schienen. Ich sah sie als ein hohes protoplasmatisches Netzwerk, dessen Kerne unmittelbar dem Basalsaume anliegen. Die Zellen hinter der *crista acustica* gegen den *utriculus* hin sind pflasterförmig, am Boden nur etwas stärker granulirt und höher und an einzelnen discreten Stellen eigenthümlich wiertelförmig angeordnet, eine Erscheinung, die dadurch zu Stande kommt, dass die unregelmässig polygonalen Zellen eine mehr oder minder ausgeprägte Spindelform bekommen. Wir werden noch an anderen Orten auf diesen Umstand zu sprechen kommen. Unzweifelhaft ändert das Epithel seinen Charakter an der Mitte der Seitenwand, an dem rundlichen, weissen Fleck, dem *planum semilunatum* (Steieensand), und hier bekommen wir eines der zierlichsten Bilder (Fig. 27), welches mir im Labyrinth aufgestossen. Es ist ein halbmondförmig gekrümmter, breiter Fleck, (Fig. 27 a), der sich um das abgerundete Ende der Nervenzellen der *crista acustica* (Fig. 27 b) herum legt, und bei Betrachtung desselben von der Fläche sehen wir ein äusserst zierliches Mosaik von hellen und dunklen Zellen (Fig. 23). Man bemerkt unregelmässige, helle Zellfelder, die in der Mitte des *planum semilunatum* am grössten, nach den Seiten hin an Durchmesser abnehmen, eingefasst von schmalen dunklen Linien, die sich bei starker Vergrösserung in einfach aneinander gereihte Zellen auflösen. Die Elemente der hellen Felder stellen sich als ziemlich grosse, rundlich polygonale, helle Zellen (Fig. 28 b) dar, während die anderen, wenn auch nicht so stark, wie in der Zeichnung ausgedrückt, doch entschieden etwas stärker granulirt erscheinen, zudem einen geringen Durchmesser besitzen und mehr abgeplattet aber ebenfalls unregelmässig polygonal sind (Fig. 28 a). Es ist ein ausserordentlich schönes Cylinderepithel (Fig. 29), welches an der äusseren Grenze des *planum* allmälig aus den Pflasterzellen hervorgehend gegen die *crista acustica* ausserordentlich an Höhe zunimmt und dessen Kerne im Grunde der Zellen in der Nähe des Basalsaums gelagert sind. Die Gefässe treten nur an einer Stelle in die Wand der Ampullen hinein und zwar an der Einziehung am Boden derselben, in die hinein auch der Nerv geht. Beide ziehen zur freien Oberfläche der Ampullen bis dicht unter den Basalsaum.

Der Nerv in die Einziehung hineingetreten löst sich in einzelne Bündel auf, die von einem bindegewebigen Netzwerk umstrickt (Fig. 35 c) in die *crista* hineintreten und hier sich in ihre Fasern auflösen. Dieses bindegewebige Netzwerk kommt, wenn man so will, durch eine Auflösung der Knorpelsubstanz zu Stande und geht auf dieselbe Weise in Knorpelmasse über, wie die bingewebige Hülle des häutigen Labyrinths, mit dem es die grösste Aehnlichkeit besitzt, nur dass es viel feiner. Je gröber die Bündel, desto gröber das Maschenwerk, je zarter dieselben, desto

enger wird dasselbe. Bei ihrem Eintritt in die Gehörleiste zeigen die Nerven in ihre Masse eingelagerte, bipolare Ganglienzellen von der allerverschiedensten Grösse (Fig. 35 b). Was das gröbere Verhalten der Nerven betraf, so haben wir gesehen, dass dasselbe in den verticalen Ampullen nahezu das gleiche war, und es frägt sich nun, wie vertheilen sich dieselben im Knorpel der Leiste? Die beiden Hauptäste des Nerven nehmen ihre Richtung gegen die beiden Enden der *crista acustica* (Fig. 30 e), laufen also gegen die Seitenwand der Ampulle von der Mitte schräge empor, allein auf ihrem Wege durch den Knorpel, von dem Augenblicke an, wo sie sich aus dem Nerven entwickeln, senden sie Bündelchen durch die zwischen den Enden gelegene Knorpelmasse, die in der Mitte senkrecht aufsteigend an den Seiten dagegen allmälig immer schräger gerichtet gegen die Oberfläche der Gehörleiste empor verlaufen (Fig. 30 d). Durch diese Abgabe verdünnen sich die Anfangs dicken Nervenäste ausserordentlich und verschwinden als solche dicht unter der Oberfläche. Ein ganz ähnliches Verhalten beobachten wir auch an der horizontalen Ampulle. Der über den Boden an die obere Fläche herumgreifende Zweig (Fig. 31 d) schickt während seines Verlaufes Bündel (Fig. 31 c) senkrecht durch die *crista*, verliert dadurch immer mehr an Umfang und an das Ende der Gehörleiste angekommen ist er ebenfalls nur durch einzelne Fasern repräsentirt. Die Bündelchen lösen sich in ihre constituirenden dunkelrandigen Fasern auf, und diese bilden von den Gefässen in senkrechter oder mehr schräger Richtung vielfach durchkreuzt unter dem Basalsaum der Wölbung, die oft etwas zerklüftet erscheint, einen Plexus, in dem jedoch der ursprüngliche senkrechte Verlauf der vorherrschende bleibt. So reich ist der Plexus nicht wie in den Vorhofstheilen. Die doppelt contourirten Fasern verlieren auch bei den Schildkröten, bevor sie den Basalsaum durchbohren, ihre Markscheide und treten als blasse einfach contourirte Stränge ins Epithel. Obschon innerhalb des Knorpels, wie ich das bei den Vögeln gesehen, die blasse Faser sich in ihre Primitivfibrillen auflöst, vermochte ich nicht zu constatiren, das Material liess mich bei der Lösung dieser Frage im Stich, jedenfalls findet aber eine solche Theilung massenhaft innerhalb des Epithels statt (Fig. 36 a), und es gelang mir nach Abheben des Epithels von der Wölbung der *crista* deutlich einen Zerfall zu beobachten, wenn auch bei den Schildkröten ebenso wenig wie bei den Vögeln die Theilung eine reichliche ist. Drei, allerhöchstens vier Fibrillen sah ich, ohne an diesen wieder eine Theilung zu bemerken, aus der blassen Faser hervorgehen und nach allen Richtungen über den Basalsaum verlaufen.

An der Epithelbekleidung bemerkt man auch hier, schon bei der Betrachtung der gesammten *crista* von der Fläche deutlich zu Tage tretend, zwei Formen, eine, die sich an dem ganzen Abhange der Leiste auf beiden Seiten bis an die Basis der Wölbung als eine helle Zellmasse markirt

(Fig. 30) und hier mit einer scharfen Grenzlinie in die dunklere Masse (Fig. 30 c) übergeht, die man auf dem höchsten Punkt der Wölbung, wo die Elemente derselben im Profil sichtbar werden, von starken, langen, spitz auslaufenden Stäbchen oder Haaren überlagert findet (Fig. 30 a). Die Grenzlinie zwischen beiden Epithelformen hebt sich oft noch dadurch schärfer hervor, dass an dieser Stelle der Knorpel oftmals nach der Wölbung hin eine leichte Erhöhung zeigt, so dass die Elemente der helleren Masse am Ende auf einer mehr oder minder scharfen Kante zu stehen kommen. Die hellere Bekleidung zeigt sich bei der Flächenbetrachtung aus einfachen, rundlich polygonalen, leicht granulirten Zellen zusammengesetzt, deren runde Kerne mit kleinen Kernkörperchen fast den ganzen Querschnitt der Zellen ausfüllen (Fig. 32 d), während dagegen die andere Masse, das Nervenepithel, eine andere Zusammensetzung zeigt, auf die ich alsbald zu sprechen komme. Die Zellen am Abhange der *crista acustica* sind gegen die Basis derselben niedrige Cylinderzellen (Fig. 33 b), die hinter der Leiste continuirlich in das Pflasterepithel übergehen und vor derselben in der eigenthümlichen Zellmasse sich verlieren (Fig. 32 c), deren ich vorhin Erwähnung gethan und die, vielleicht ein Homologon des gelben Pigmentflecks der Ampullen der Frösche, in einer Einsenkung am Boden der Ampullen gelagert ist. Diese Cylinder, die nicht wie bei den Fischen und den Vögeln mit flaschenförmigen Pigmentzellen untermengt sind, sind glashell, durchsichtig, nur wenig granulirt. Der Kern der Zelle liegt in dem dem Basalsaum des Knorpels aufliegenden Theile der Zelle. Gegen die Wölbung der *crista* und das dieselbe bekleidende Nervenepithel nehmen die Zellen an Höhe, wenn auch nicht an Durchmesser zu, und zugleich erhebt sich der Kern allmälig aus dem Grunde (Fig. 33 a) und nimmt an dem Uebergange in das Nervenepithel, wie ich das auch bei den Fischen und den Vögeln an den verschiedensten Stellen des Labyrinthes gesehen, die Mitte der Zellen ein. Das Nervenepithel der Krümmung der oberen Fläche, über deren Bereich es sich nicht hinausbegiebt, angeschmiegt besteht aus denselben Elementen wie bei den Säugern, Vögeln und Amphibien, aus Zahn- und Stäbchenzellen (Fig. 32 b). Erstere dem Basalsaume der knorpligen Leiste aufgelagert isoliren die haartragenden Zellen vollkommen und zeigen im Grunde einen grossen ovalen Kern (Fig. 38 c) und helles, durchsichtiges, wenig granulirtes Protoplasma. Oberhalb des Kerns sind sie tief eingeschnürt (Fig. 38 b), und desshalb erscheint der Körper der Zelle mehr fadenförmig und verdickt sich nur am Ende ein wenig in Gestalt einer nur wenig über die Oberfläche des Gesammtepithels prominirenden Keule (Fig. 38 a). In diese Einziehung des Körpers der Zahnzellen legen sich die ausgebuchteten Stäbchenzellen, die mir gedrungener als bei den Vögeln erscheinen, (Fig. 37) und in ihrer Form mehr an die bei den Fröschen beschriebenen

erinnern, und auch in ihrer Grösse mehr mit diesen übereinstimmen. Die flaschenförmigen Stäbchenzellen bestehen auch hier aus den bekannten drei Theilen, dem Zellkörper, dem cuticularen Verdickungssaum und dem Haar. Der Körper der Zelle ist unten erweitert und zeigt hier den runden, stark granulirten Kern mit kleinem Kernkörperchen (Fig. 37 e) und oberhalb desselben eine schwache Einschnürung (Fig. 37 b). Unterhalb des Kerns habe ich die Zuspitzung des Zellkörpers vermisst, allein ich glaube nicht, dass sie fehlt. Forscher, denen reichlicheres Material zu Gebote steht, als mir, mögen besonders ihre Aufmerksamkeit auf diesen wichtigen Punkt lenken. Am entgegengesetzten Ende verbreitert sich die Zelle etwas und trägt hier den lichten Basalsaum (Fig. 37 a), der die gleiche Dicke wie bei den übrigen Thieren besitzt, und aus dessen Mitte erhebt sich mit breiter Basis aufsitzend das kegelförmige Haar (Fig. 37 c), welches von beträchtlicher Länge an seinem Ende von ausserordentlicher Feinheit wird. Das Zellprotoplasma ist stärker granulirt, als das der Zahnzellen. Was nun das Verhältniss der Nerven zu den Epithelialelementen betrifft, so vermag ich hier nichts darüber auszusagen, obgleich ich hie und da Primitivfibrillen an ihrem Ende mit Zellresten in Zusammenhang gesehen habe. Ich möchte aber auf diesen Umstand kein allzu grosses Gewicht legen, weil dieselben blos zufällig anhaften konnten. So viel steht aber fest, dass die blassen Fasern über die Kerne der Zahnzellen hinübersteigend einen intraepithelialen Plexus zwischen Zahn- und Stäbchenzellen bilden und in ihre Primitivfibrillen zerfallen, die sich oft horizontal verlaufend weit verfolgen lassen, also an von der Durchtrittsstelle entfernt liegende Elemente gehen müssen. Da im Uebrigen alle Verhältnisse mit den bei den Fröschen, Vögeln und Säugern gefundenen übereinstimmen, so ist es wohl mehr als wahrscheinlich, dass auch hier die Nerven zu den Stäbchenzellen in Beziehung treten.

Die Uebereinstimmung mit den entsprechenden Theilen bei den Vögeln erstreckt sich auch auf den letzten Theil, den wir noch in den Ampullen zu betrachten haben, nämlich auf die *cupula terminalis* oder die *membrana Corti*, die mir auch hier, und zwar besser als bei den Vögeln, nachzuweisen gelang. Ich habe dieselbe in situ auf Querschnitten (Fig. 32 a) und isolirt beobachtet und somit reiht sich eine zweite Wirbelthierclasse in Betreff dieses so ausserordentlich wichtigen Elementes den *Cyprinoiden* an. Die *cupula terminalis* liegt der *crista acustica* und dem Nervenepithel bis an die Grenze desselben auf, ragt aber niemals über dasselbe auf die Seitenwandungen herunter. Auf der anliegenden Fläche ausgehöhlt, an der freien convex entspricht ihre Krümmung genau der Wölbung des Endes der Gehörleiste, ist also in der Mitte am stärksten, an den Enden dagegen am flachsten. Zugleich ist die Membran in der Mitte am breitesten, um entsprechend der Abnahme des Nervenepithels

an der Seitenwand der Ampullen schmäler zu werden. So verhält es sich mit der *cupula* der beiden verticalen, anders dagegen mit der der horizontalen, deren grösste Breite und Wölbung an dem einen Ende liegt, die geringste am anderen, mit dem sie sich am Boden der Ampulle findet. Halbirt man eine *cupula* der verticalen Ampullen, so hat man das Aussehen der der horizontalen. Die Membran hat etwa die Dicke des Nervenepithels, und zwar ist dieselbe überall gleichmässig (Fig. 32 a) und erscheint auf dem Querschnitt homogen mit sehr undeutlicher Streifung, die paralell der Krümmung der Leistenwölbung in querer Richtung geht. Zuweilen habe ich diese Streifung vollkommen vermisst, und es ist daher möglich, dass dieselbe von der Einwirkung des angewandten Reagens, des Alkohol herrührte. Die freie Oberfläche derselben zeigte oft körnige Ein- und Auflagerungen, und diese bewirken auch bei der Betrachtung von der Fläche (Fig. 34) das fein- oder grobgranulirte Ansehen der Membran. Ich glaube auch diese Erscheinung auf Rechnung der Reagentien schieben zu dürfen und betrachte die frische Membran als vollkommen homogen, ohne Trübung. In diese Membran ragen die feinen Härchen (Fig. 32), allein auf dem Querschnitt ist man nur schwer im Stande die im Verhältniss zum Durchmesser der Härchen weiten Eindrücke zu beobachten. Diese treten erst bei der Betrachtung von der Fläche, sowohl von der freien Fläche her bei tiefer Einstellung, als von der aufliegenden zu Tage. Wir sehen dann helle, rundliche Kreise bald grösser, bald kleiner (Fig. 34 a) über die ganze Membran zerstreut, und eine Verschiebung des Focus lehrt uns, dass wir es mit Vertiefungen in derselben zu thun haben, die gegen die freie Oberfläche der Membran hin an Durchmesser abnehmen. Es sind also Hohlräume, von denen ich jedoch wegen der ausserordentlichen Schwierigkeit des Objekts nicht mit Sicherheit entscheiden kann, ob dieselben stumpf oder spitz auslaufen. Die Substanzmassen zwischen ihnen sind entsprechend dem wechselnden Durchmesser der Oeffnung bald breiter, bald schmäler und bilden ein Netzwerk. Man sieht also aus dieser Beschreibung, dass eine wesentliche Uebereinstimmung im Bau der *cupula* der Schildkröten mit der der Vögel einerseits, andererseits der der *Cyprinoiden* vorhanden ist. Auf die Abweichungen kommen wir bei den Fischen speciell zu sprechen.

Nach dieser Schilderung der wichtigsten Elemente des Bogenapparates wende ich mich nun zu demjenigen Theile des Vorhofs, in den sie einmünden, und der wesentlich zu ihnen gehört, zum *utriculus*. Wir haben es mit einem fast horizontal von vorne und etwas nach aussen, nach hinten und innen liegenden Cylinder zu thun (Fig. 14 a und 15), dessen Weite überall ziemlich die gleiche, wenigstens sind die Differenzen nicht besonders hervorzuheben. Man könnte denselben wohl mit Fug und Recht in

einen eigentlichen *utriculus* und in einen *recessus utriculi* (Fig. 12e) theilen, von welchen der letztere nach aussen vorne gelegen an der Einmündung der zusammenstehenden Ampullen sich findet und die wichtigere Abtheilung darstellt. An diesen tritt der Nerv heran, und dort befindet sich auch die *macula acustica*. Beginnen wir mit der Schilderung des ersteren, dem einfachsten Theil, so sehen wir die hintere Wand desselben von Löchern durchbrochen. Oben (Fig. 12a) münden die schon beschriebenen Bogengänge, und unten tritt die später zu erwähnende feine Communicationsöffnung mit dem *sacculus* (Fig. 12e) auf, hinten dagegen (Fig. 10f) zeigt sich die Einmündungsröhre der alleinstehenden Ampulle, die wie wir wissen nach innen aufgebogen mit weiter trichterförmiger Mündung in den *utriculus* übergeht. Ueber die Mitte der äusseren Fläche des Hohlcylinders verläuft ein zarter weisslicher Contour (Fig. 15), welcher von der sich daran anheftenden Membran des *sacculus*, welche das Dach desselben bildet, herrührt und somit sehen wir denn den unteren Theil der Aussenfläche (Fig. 15e) des eigentlichen *utriculus* die Wand des Sacks constituiren, während der Rest von der bindegewebigen Hülle bedeckt ist. Diese haftet ausserordentlich fest und ist namentlich an den dünnen Stellen der Wand nur schwer zu entfernen, wie eine solche sich namentlich an der vorderen Hälfte der Innenwand befindet (Fig. 14a). An der Stelle der Einmündung der Bogengänge erscheint die Wandung resistenter. Die Gefässe im bindegewebigen Netz umspinnen den eigentlichen *utriculus*, ohne in die Membran desselben einzutreten. Die histologischen Verhältnisse sind ganz ähnliche, wie an der Vereinigung der Bogengänge. Wir haben es mit einem leicht streifigen Bindegewebe mit rundlichen oder spindelförmigen, sparsam eingestreuten Zellelementen zu thun, dessen Innenfläche ein einfaches Epithel trägt (Fig. 40). Die Zellen desselben sind niedrig, pflasterförmig, unregelmässig polygonal (Fig. 39), hell, wenig granulirt, mit runden, unregelmässigen dunkelgranulirten Kernen in der Mitte derselben. Bei der Betrachtung des Epithels von der Fläche bemerkt man eine ähnliche Mosaikzeichnung, wie ich sie von dem *planum semilunatum* beschrieben, die aber viel unregelmässiger erscheint und oft einer wirtelförmigen Anordnung der Zellen Platz macht. (Fig. 41). Dunklere, kleinere, unregelmässig eckige, stärker granulirte und einfach aneinander gereihte Zellen (Fig. 41 a) finden sich eingesprengt und umschliessen entweder Gruppen von Zellen, oder sammeln sich selber zu Gruppen und strahlen von hier aus wirtelförmig angeordnet in die helle Zellmasse aus. Namentlich die Einmündung der Bogengänge zeigte mir am häufigsten diese Zellenanordnung. Hie und da sieht man auch in der Masse der membranösen Wand verschiedenartig geformte Pigmentzellen, die meistens ein sternförmiges Ansehen hatten, nie in Haufen zusammenlagen sondern sehr

zerstreut sich fanden. Ich habe sie auch vermisst. Was von dem Bau der eigentlichen Utricularwand gilt, das gilt auch für die Einmündungsröhre der frontalen Ampulle, und ich wüsste dem hier Gesagten nichts hinzuzusetzen, nur liesse sich noch erwähnen, dass hier wie auch bei anderen Wirbelthieren an correspondirenden Stellen an den Ecken der pflasterförmigen Epithelzellen des *utriculus* hie und da kleine Spitzchen auftreten, von denen ich nicht sicher entscheiden möchte, ob sie dem Protoplasma der Zelle, oder wie ich mehr anzunehmen geneigt bin der Kittsubstanz derselben angehören.

Was den *recessus utriculi* den Träger des Nervenendapparates der *macula acustica* betrifft, so haben wir schon gesehen, dass derselbe mittelst einer seichten Einschnürung gegenüber der Einmündung der zusammenstehenden Ampullen abgesetzt war. Dasselbe ist auch gegenüber dem eigentlichen *utriculus* (Fig. 12 b) der Fall, jedoch geht diese Einschnürung, der eine stumpfe Leiste im Binnenraume entspricht, auch nicht rings herum, sondern findet sich nur wesentlich an der Vorderwand und kommt dadurch zu Stande, dass sich der *recessus* nach vorne aussen gegen den eigentlichen *utriculus* abknickt. Wir haben es mit einem kugeligen Bläschen zu thun, in das von aussen, oben her die zusammenliegenden, vorderen Ampullen einmünden, während innen, hinten der weite Eingang in den eigentlichen *utriculus* sich findet. Wir können am *recessus* einen nach unten, aussen und vorne sehenden Boden und ein nach oben, hinten, innen gerichtetes Dach unterscheiden. Letzteres ist dünnwandig, während die Wand des ersteren einen grösseren Durchmesser besitzt. Die bindegewebige Hülle haftet fest und schwer ablösbar am Boden, trennt sich dagegen am Dach wie an den Ampullen leicht. Die histologische Struktur des Dachs entspricht vollkommen der des übrigen *utriculus*, nur dass hier die kleinen dunkleren Zellen viel sparsamer als dort vorhanden sind. Gegen den Boden, wo sich wie erwähnt die Wand und zwar allmählig verdickt, geht das Bindegewebe in Knorpelmasse über, so dass es leicht gelingt diesen Theil als rundliche, unregelmässige Schale zu isoliren (Fig. 17). Dieselbe geht abgerundet in die äussere, hintere, dagegen scharf umgebogen in die fast plane, innere, vordere Fläche über. Dieser mehr planen Wand, die in der Fortsetzung der inneren Seitenwand der sagittalen Ampulle liegt, trägt den grössten Theil der *macula acustica* (Fig. 17 b) und nur ein Drittel derselben zieht sich in den abgerundeten Theil des eigentlichen Bodens hinein. Der Nerv tritt von unten und innen her (Fig. 16 c) an den *recessus* und breitet sich mit dem grössten Theile seiner Fasern alsbald fächerförmig an dem Boden des *recessus* aus, während der Rest zu den Ampullen weiter geht. Diese compakte Bündelmasse schimmert gleichsam als Fleck im Fleck (Fig. 17) durch die *macula acustica* durch. Ob sich in diesen Nervenbündeln Ganglienzellen finden habe ich nicht

eruiren können, allein es ist wohl mehr als wahrscheinlich, da die Ampullennerven, mit denen sie einen Stamm gemeinsam haben, solche führen, jedenfalls sind sie aber nicht mehr vorhanden in dem Augenblicke, wo sich die Bündel in der Knorpelmasse auflösen. Die dicke Knorpelmasse des Bodens des *recessus* (Fig. 43) hat dieselbe Struktur wie in den Ampullen und wird ausser von den Nerven von zahlreichen Gefässen durchsetzt. Gegen die Innenfläche hin setzt sich auch hier die Spindelknorpelmasse mit einem Basalsaume ab. Eine Eigenthümlichkeit macht sich aber im *recessus* geltend. Nach Analogie mit anderen Stellen, an die Nerven herantreten, sollte man glauben die Wand habe ihren grössten Durchmesser an der Eintrittsstelle der Utricularäste, allein das ist nicht der Fall (Fig. 43), sondern dieser findet sich an der Peripherie der *macula acustica*. Diese liegt in einer ihrer Form entsprechenden Einsenkung. In nächster Umgebung des Gehörflecks führt die Knorpelmasse zahlreiche, sternförmige Pigmentzellen.

Die in feine Bündelchen (Fig. 43 a) getrennten Zweige des Utricularnerven durchsetzen von unten innen nach oben aussen schräge die Knorpelsubstanz, desto mehr der horizontalen sich nähernd, je weiter gegen die Peripherie der *macula* wir kommen. Diese lösen sich in ihre doppeltcontourirten Fasern auf, die von den Gefässen gekreuzt einen Plexus bilden und wie im *utriculus* der Vögel gegen den Basalsaum aufsteigend dicht unter demselben ihre Markscheide verlieren. Die an den oberen Umfang der *macula* herantretenden Nerven laufen auch hier über den Bereich derselben, um dann wieder gegen dieselbe umzubiegen. Eine Theilung der Nervenfasern im Knorpel habe ich nicht beobachtet. Der Basalsaum wird auch hier senkrecht von den einzelnen blassen Fasern durchsetzt. Das Epithel des Bodens ist an der Peripherie (Fig. 43 u. 44), der Schale pflasterförmig, klein, dadurch ausgezeichnet, dass es etwas höher als am Dach erscheint und zugleich wegen der eingesprengten kleineren, dunkleren und länglicheren Zellen vielfach wirtelförmige Figuren zeigt. In der Umgebung der *macula acustica* nimmt das Pflasterepithel allmählig an Höhe zu (Fig. 44), die einzelnen Zellen bekommen einen geringeren Durchmesser, werden zugleich rundlicher und erscheinen cylindrisch, ohne dass man zwischen ihnen eingesprengt besondere pigmentirte Zellen wie bei den Vögeln nachweisen könnte. Die Zellen sind hell, durchsichtig, und der rundliche Kern, dessen Durchmesser dem Durchmesser der Zelle fast entspricht, liegt am Basalsaum, erhebt sich aber im Umkreise der *macula*, wo zugleich die hellen Cylinderzellen eine beträchtliche Höhe erreichen, allmählig und liegt am Uebergang zum Nervenepithel in der Mitte der Zelle. Eine Zellmembran ist ebenso wenig hier wie an anderen Orten nachzuweisen, und die Zellen zeigen bei der Isolation namentlich oft an dem Ende, welches dem Knorpel aufliegt eine Zerklüftung der

mannigfachsten Art, ohne dass ich entscheiden möchte, ob wir es mit einem natürlichen oder einem Kunstprodukte zu thun haben, obgleich ich aus der Analogie mit den Fischen mich mehr für Ersteres entscheiden möchte. Die *macula acustica* zeigt dieselben Bestandtheile wie das Nervenepithel der Ampullen, Stäbchen und Zahnzellen, und ich vermag in der Form und Lagerungsweise (Fig. 43) derselben auch nicht den geringsten Unterschied zu constatiren. Von der Fläche betrachtet (Fig. 42) sieht man deutlich die grossen, dunklen, rundlichen Stäbchenzellen mit den stark lichtbrechenden Pünktchen, dem Ausdruck des Haars, umgeben von kleineren, helleren Kreisen, dem Querschnitt der Zahnzellen an der Stelle der bauchigen Auftreibung der Stäbchenzellen. Die Kerne der Zahnzellen zeigen auch hier die längsovale Gestalt, im Gegensatz zu denen der anderen, die rundlich erscheinen. Ueber die Enden der blassen, durch den Basalsaum ins Epithel getretenen Nerven, die ich bis über die Kerne der Zahnzellen hinaus verfolgte, vermag ich nichts zu sagen, jedoch habe ich hier deutlicher als in den Ampullen unterhalb der Stäbchenzellen das Maschennetz gesehen, welches wegen der Erhärtung der Präparate in Alkohol stärker als in Wirklichkeit hervortritt. Der *macula acustica* liegt ein mit Otolithen gefüllter, rundlicher Sack auf, allein es gelang mir nicht die Membran auf genügend weite Strecken von den Kalkkrystallen zu befreien, so dass ich nicht zu sagen vermag, ob sie, was mir wahrscheinlich, mit dem Verhalten der Otolithenmembran des *sacculus* oder der bei den Vögeln vorkommenden übereinstimmt.

Der *sacculus*, die zweite wichtige Abtheilung des Vorhofs, dessen Lagerungsverhältnisse ich früher geschildert, ist eine grosse, platte, rundliche Schale (Fig. 15 f u. 18) grösser als bei allen bisher betrachteten Wirbelthieren, wenn auch relativ nicht in dem Grade entwickelt, wie wir es bei den Batrachiern und vor allem bei den Fischen sehen. Die Oeffnung der Schale ist von einer ausserordentlich zarten Membran glatt überspannt (Fig. 13 d), die selbst bei geringfügigen Anlässen leicht reisst, und die das nach aussen und etwas nach hinten gerichtete Dach der Schale repräsentirt, während der dickwandige Boden (Fig. 15 f u. 18 e) nach innen und vorne gegen die Schädelhöhlenfläche des knöchernen Gehäuses sieht. Die zarte Membran des Dachs bildet vollständig frei vorliegend den Hintergrund der weiten Höhle, die sich im Umfange des *foramen vestibulare* in der bindegewebigen Hülle des Labyrinths findet (Fig. 11). Nur zuweilen sehen wir sparsame Fädchen diese Membran mit der der Hülle in Verbindung (Fig. 11 c) setzen. Der Boden dagegen ist, so weit er dem Gehäuse anliegt, so fest von der bindegewebigen Masse umlagert, dass es nicht ohne Zerreissung der Sackwandung gelingt eine Isolation derselben vorzunehmen. Dieser lehnt sich an einen Theil der Unterfläche des *utriculus* (Fig. 15 e), ist mit ihm verwachsen, und während die das

Dach bildende Membran sich vorne und unten an den Rand der Schale anheftet, sehen war dieselbe dagegen oben, wie schon früher erwähnt, an der Mitte der Aussenseite des *utriculus* sowohl des eigentlichen, als auch des *recessus* entspringen, und dadurch bildet ein Theil der Aussen- und die ganze Unterfläche bis zur Einmündung der Bogengänge und der frontalen Ampulle die Wand des *sacculus*, die sich gegen den Binnenraum dieser Abtheilung des *vestibulum* vorbuchtet (Fig. 18 b). Somit wird der Raum des Sacks eine mehr keilförmige Gestalt besitzen, die Basis nach oben, die Schärfe desselben nach unten gekehrt. Am Boden des *sacculus* lassen sich zwei deutlich von einander geschiedene Abtheilungen unterscheiden, eine rundliche, pigmentirte (Fig. 18 e), die den grössten Theil vom *utriculus* angefangen nach unten hin einnimmt, und die sich schon bei der Betrachtung des häutigen Labyrinthes mit seiner Hülle von der Schädelhöhlenfläche (Fig. 9 f) als dunkelgefärbte Stelle markirt, und eine, die als leicht gelblich tingirter *limbus* schmal an der Unterseite des *recessus utriculi* an der Stelle des Nerveneintritts beginnt (Fig. 18 f), um die Vorderseite des Sacks auf die Unterwand übergreift, an Breite zunimmt und nach unten und hinten mit einer kleinen schalenförmigen Aushöhlung (*recessus sacculi*) aufhört (Fig. 18 g).

Bei der Schilderung des *utriculus* erwähnte ich einer Oeffnung, die an der hinteren Abtheilung desselben dort, wo die Bogengänge und die Röhre der alleinstehenden Ampulle einmünden, an der Unterfläche vorhanden ist. Dieselbe sieht man am deutlichsten nach Wegnahme der Innenwand des *utriculus* (Fig. 9 e) und sie erscheint dann als die offene Spitze eines vor der Einmündung der Röhre der frontalen Ampulle und unterhalb des nach vorne herumgreifenden Endtheils des horizontalen Bogengangs gelegene trichterförmige Einziehung, deren Wand steil gegen den erstgenannten Theil abfällt, während die übrige Wand in leichter Rundung in den letztgenannten Theil und in die Unter- und Innenwand des eigentlichen *utriculus* übergeht, so dass nur breite, niedrige Vorsprünge die Grenzen der Einziehung an diesen Stellen bezeichnen. Diese feine nadelknopfgrosse Oeffnung führt an der hinteren Ecke der vom *utriculus* ausgehenden Wand (Fig. 5 g u. 18 d), am hinteren oberen Umfange des schwarzen Flecks in den *sacculus*. Die Oeffnung in den Sack ist gleichsam nach aussen hin überdacht (Fig. 18 c) von einem kleinen, nach unten hin etwas abgerundeten Vorsprunge, der nach vorne hin in die vom *utriculus* abgegebene Sackwand, nach unten hin in die hintere Begrenzung des Sackbodens sich verliert. Gerade wie im *utriculus* ist auch hier die Communication im Grunde einer trichterförmigen Einziehung gelegen. Die weite Verbindung der Vorhofstheile bei den Vögeln ist also bei den Schildkröten ausserordentlich eng geworden, viel enger als die bei den Batrachiern vorhandene, ein Verhalten, welches unsere besondere Aufmerk-

samkeit bei der Betrachtung des Labyrinths der Cyprinoiden erregen wird. Unterhalb dieses Loches geht aus dem hinteren Umfange der Sackwand continuirlich die Schnecke mit ihren Knorpeln (Fig. 20 u. 21) hervor, und über diese spannt sich eine Fortsetzung der feinen Membran (Fig. 13), so dass also eine weite Communication zwischen dem Binnenraume des Sacks und der Schnecke existirt, worauf ich bei der Beschreibung dieser wichtigen Abtheilung alsbald zu sprechen komme.

Die zarte, von feinen Gefässen an der Aussenfläche übersponnene Membran (Fig. 52 c), die am Rande des vorhin erwähnten *limbus* und des *recessus* der Schale und von der Aussenfläche der Utricularwand entspringt, hat einen so geringen Durchmesser, dass es nur schwer gelingt Durchschnitte durch dieselbe zu bekommen, wobei sich dann herausstellt, dass die Höhe der Epithelbekleidung beträchtlicher als die Dicke der Membran. Sie besteht aus einem fein faserigen Bindegewebe (Fig. 52 a), in das hie und da rundliche Zellkörper, die zuweilen das Aussehen lymphoider Elemente haben, eingesprengt sind. Ob elastische Elemente sich finden, vermag ich nicht zu sagen, wenn sie vorhanden, so sind sie jedenfalls ausserordentlich sparsam. Pigmentzellen sind in dem Bindegewebe nicht vorhanden, dagegen zeigt sich auf der Innenfläche eine zarte Basalmembran. Die Epithelbekleidung zeigt ausserordentlich hübsch die wirtelförmige Anordnung der Zellen, und zwar auf der ganzen Fläche, nirgends finden sie sich einfach neben einander gelagert, nirgends haben sie gleiche Form und gleichen Durchmesser, sondern ein Wirtel stösst an den andern und bedingt in seiner Struktur Form und Grösse der Zellen. Wir haben es mit einem prächtigen, hellen, durchsichtigen, hohen Cylinderepithel zu thun, in dem die rundlichen Kerne sich im Grunde der Elemente am Basalsaume befinden. Die Form der Zellen wechselt aus eben angeführten Gründen zwischen der rundlicher und mehr abgeplatteter Cylinder, wenn die Abplattung auch nicht so prägnant vorhanden ist, wie an manchen Stellen, namentlich des *recessus utriculi.* Ueberhaupt zeigen im Gehörorgan die cylindrischen Zellen einen geringeren Wechsel in der Form, als es bei den Pflasterepithelien der Fall. Die Wand des *utriculus*, soweit sie in den Raum des Sacks eingeschlossen liegt, trägt ein einfaches Pflasterepithel, wie wir es schon an den verschiedensten Stellen kennen gelernt haben, und dasselbe ist der Fall mit der Verbindung zwischen *utriculus* und *sacculus.* Ein anderes Bild zeigt sich dagegen bei der Betrachtung des Bodens, sowohl der pigmentirten Abtheilung desselben, als des *limbus* und des *recessus.* Erstere, wie wir wissen, den Hauptbestandtheil der flachen Schale ausmachend, ist in ihrer Wand beträchtlich dicker, allein der Bau derselben hat sich gegenüber dem der Dachmembran nicht wesentlich geändert. Wir haben es auch hier mit einem feinfaserigen Bindegewebe zu thun (Fig. 47), das an der Aussenseite continuirlich in

das dichte Netzwerk der Hülle übergeht, und in welches bald mehr spindelförmige, bald mehr rundliche (Fig. 47 c) Zellelemente eingelagert sind. Eine zarte Basalmembran überzieht auch hier die Innenfläche, und nur darin zeigt sich eine wichtige Differenz, dass die Masse der Wand einen excessiven Reichthum an Pigmentzellen aufweist, die von der allermannigfaltigsten Gestalt (Fig. 46 u. 47 b) mit ihren Ausläufern unter einander zusammenhängen und von der Fläche betrachtet eines der zierlichsten und dichtesten Pigmentnetze bilden, welches man überhaupt sehen kann. Ich hege keinen Zweifel, dass diese pigmentirten Zellmassen contraktiler Natur sind, wofür vor allem der Wechsel in der Gestaltung des Netzwerks spricht. Ein contraktiles, pigmentirtes Protoplasmanetz durchzieht die Bindegewebssubstanz, verdichtet sich an Stellen bald zu rundlichen Anhäufungen (Fig. 47 b), bald zieht es sich in feine Fäden aus, ohne je die Continuität aufzugeben und einen Zerfall in discrete Massen zu zeigen.

Die Epithelbekleidung ist dieselbe wie an der das Dach bildenden Membran (Fig. 47 a), und die einzelnen Cylinderzellen zeigen im wesentlichen dieselbe Höhe, jedoch geringeren Wechsel in der Form. Sie sind meistens rundlich und eigenthümliche Anordnungen zu Wirteln sind nicht vorhanden. Gegen die Peripherie der Schale, gegen den *limbus* und den *recessus* einerseits andererseits gegen die Schnecke hin ändert die Bindegewebsmembran ihren Charakter und geht auf die schon an anderen Orten geschilderte Weise durch Aenderung der Intercellularsubstanz und der Form der Zellelemente allmählig in Spindelknorpelmasse über, verdickt sich, nimmt Gefässe auf und umschliesst zugleich die hinzutretenden Nerven (Fig. 49). Der Nerv ist wie schon erwähnt einerseits ein nach abwärts auswärts verlaufender Ast des Utricularnerven, andrerseits besteht er aus solchen aus dem *nervus cochlearis*. Die Verbreitung derselben innerhalb des Knorpels ist ganz dieselbe wie im *utriculus* (Fig. 49 b). Auch hier findet sich der mit Gefässen untermischte Plexus der doppeltcontourirten Fasern, die blass geworden die Basalmembran durchbohren und ins Epithel treten. Der *recessus* ist durch eine tiefe Einschnürung (Fig. 19 b) von dem vorderen Theile der Schnecke abgesetzt, an der die bindegewebige Hülle ausserordentlich fest haftet und ein sehr dichtes Netzwerk bildet. Eine seichte, gegen die Spitze der Incisur (Fig. 20 e) nach unten hinten verlaufende Leiste trennt die kleine, schalenförmige Einsenkung von dem Beginn der Schnecke. *Limbus* sowohl wie *recessus* ist vom Nervenepithel der *macula acustica* bekleidet, die also im Gegensatz zu der der Säuger und Vögel und selbst der Batrachier, wo derselbe rundlich erscheint, eine sichelförmige Gestalt hat. Die Auskleidung des *recessus* bildet dabei die Handhabe, die des *limbus* das Blatt der Sichel. Gegen die *macula acustica* nimmt das Cylinderepithel der pigmentirten Schale des Sacks an Höhe zu. Das von Haaren überragte Nervenepithel (Fig. 49 a) habe ich leider

nicht in seine Bestandtheile zerlegen können, und eben so wenig gelang es mir das Verhalten der Nervenfasern im Epithel zu beobachten, soviel vermag ich jedoch aus Querschnitten und Flächenansichten zu constatiren, dass das Aussehen desselben ganz dem im *utriculus* entspricht. Auch hier erscheinen auf dem Querschnitte die beiden übereinander gelegenen Kernreihen, von denen die am Basalsaum liegende den Zahn-, die höher gelegene den Stäbchenzellen angehört. Ob gegenüber dem Epithel der Ampullen und des *utriculus* Differenzen in der Grösse und Form vorhanden sind mögen kommende Forscher entscheiden. Die Bestandtheile sind jedenfalls dieselben, und somit ist es auch wohl mehr als wahrscheinlich, dass das früher geschilderte Verhalten der Nervenfasern auch hier zutreffend ist.

Der Binnenraum des *sacculus* ist von einer in ihrer Lage leicht verschiebbaren Otolithenmasse ausgefüllt, die entsprechend der Gestalt des Raums ihre grösste Dicke oben, ihren geringsten Durchmesser unten und vorne besitzt. Es ist ein rundlicher, weisser Haufen, der den pigmentirten Theil der Schale ausfüllt und auf dem *limbus* und im *recessus* eine besondere Eigenthümlichkeit zeigt. Der Raum des *sacculus* ist hier so enge, dass die Otolithenmasse weggedrückt erscheint und zwar in dem Grade, dass die Crystalle hier so gut wie gänzlich fehlen und ausschliesslich im Bereiche der pigmentirten Abtheilung liegen. Es bleibt nur die Masse übrig, die die Crystalle auch hier wie ein Sack umhüllt und bei den Schildkröten eine sehr viel beträchtlichere Dicke als bei den Vögeln und Amphibien besitzt. Diese Masse stellt sich als gelblicher, breiter Saum dar, dessen Krümmung der des *limbus* entspricht und an dessen unteren hinteren Ende sich ein schnabelförmig gekrümmter Fortsatz findet, dessen Form mit der des *recessus* übereinstimmt und diesen genau ausfüllt. Die Sackmembran ist an dieser Stelle am dicksten und sehr resistent, während sie sonst namentlich an der Aussenfläche ausserordentlich leicht reisst. Sie ist dort, wo sie zart erscheint und die Otolithen umhüllt, homogen, durchsichtig, an dem Rande und in dem kleinen Fortsatze dagegen ist sie der Länge nach gestreift (Fig. 48), ohne dass man diese Streifung als Ausdruck einer Faserung anzusehen hat. Ich möchte dieselbe eher von einer Schichtung herleiten. Auch hier finden wir an der Oberfläche ähnliche Kreisfiguren, wie ich es von den Otolithenmembranen der Vögel beschrieben und wenn dieselben auch nicht so dicht gedrängt stehen wie dort, so sind sie doch reichlich vorhanden, reichlicher als in der Zeichnung, wo nur die deutlichsten ausgeführt sind. Ob sie den Ausdruck von Oeffnungen weiter, blindgeschlossener Canälchen sind, in die die Härchen der Stäbchenzellen hineinragen, vermag ich, wenn es mir auch wahrscheinlich, nicht zu entscheiden, da es mir niemals gelang die Membran auf Querschnitten in ihrer natürlichen Lage auf dem Nervenepithel zu sehen.

Dies der Bau der beiden Theile des häutigen *vestibulum*, und ich wende

mich jetzt zur Schilderung des letzten und in mannigfacher Beziehung interessantesten und complicirtesten Theils, zur Schnecke. Sahen wir bei den Vögeln den cylindrischen, hohlen Schneckencanal oder die *scala media* in halber Spiralwindung gebogen, aussen und innen der Wand des Gehäuses angelagert, so dass dadurch *scala tympani* und *scala vestibuli* von einander getrennt wurden und nur nothdürftig an der Spitze mit einander communicirten, sahen wir ferner die gegenüber dem häutigen Vorhofe noch immer stark entwickelte Schnecke mit diesem wie bei dem Menschen und den Säugethieren nur durch einen langen und zartwandigen Canal, dem *canalis reuniens* zusammenhängen und weit nach unten vorne und innen sich erstrecken, so sind alle diese Verhältnisse der Schnecke der Schildkröten wesentlich verändert. Sie ist gegenüber der der Vögel und Säuger beträchtlich reducirt, wenn auch stärker entwickelt als die früher geschilderte der Batrachier, die nur mit ihrem Ende, der *lagena*, sich frei über die Wand des Sacks erhebt. Dennoch gelingt es leicht alle einzelnen Theile, die wir in der Vogelschnecke fanden, auch bei den Schildkröten nachzuweisen, ein Verhalten, welches wohl noch prägnanter bei den von mir nicht untersuchten Crocodilen zu Tage tritt. Bei den Schildkröten sind gleichsam alle bei den Vögeln stark entwickelten Theile in nuce zu sehen.

Die Schnecke bildet, wie schon früher erwähnt, einen kleinen cylindrischen Zapfen (Fig. 13 e, 19. 20. 21), einen Appendix des colossal entwickelten *sacculus*, wie bei den Vögeln frei aus dem hinteren, unteren Umfange des Sacks hervorgehend. Denken wir uns, dass die Schnecke der Vögel dort, wo sie sich mit ihren Knorpeln dem knöchernen Gehäuse anschmiegt, durch eine netzförmige rings dieselbe umhüllende Bindegewebsmasse von demselben abgedrängt ist, stellt man sich ferner vor, dass der cylindrische Schneckenkanal kürzer geworden und gerader gestreckt, ohne ausgeprägte Spiralwindung mit seinem Beginn, ohne Vermittlung einer längeren Verbindungsröhre (*canalis reuniens*) unmittelbar der Wand des Sacks ansitzt, weit mit demselben communicirt, und denkt man sich alle constituirenden Elemente entsprechend der Kürze der Röhre in wesentlich verkleinertem Massstabe, so hat man ein Bild, wie es die Schnecke der Schildkröten darbietet, ein Bild, welches nach den Abbildungen von Windischmann, Rathke und Deiters [1]) auch im grossen Ganzen für die Schnecke der Eidechsen und Schlangen gültig sein muss. Wahrscheinlich, und das ist ein noch weiter, als es durch jene Forscher geschehen, zu eruirender Punkt bildet das Verhalten der Schnecke bei diesen Thieren den Uebergang zu der der Amphibien. Die blindgeschlossene cylindrische Schneckenröhre, das Homologon der *scala media* der Menschen, steht wesentlich senkrecht unterhalb der Einmündung der Röhre der alleinstehenden, hinteren Ampulle in den *utriculus*, aus dem Sack her-

1) l. c.

vorgehend und ist dem Lumen desselben mit seinem Anfangstheile etwas entgegengebogen. Das Ende derselben ist nach innen hin gerichtet, sieht aber weder nach vorne noch nach hinten. Die Schnecke besteht aus zwei Theilen, aus der eigentlichen *cochlea* und aus der *lagena* (Fig. 19 d), dem blindgeschlossenen Ende, wie wir ja solches auch bei den Vögeln und den Fröschen und im Kuppelblindsack der häutigen Schnecke der Säuger treffen. Erstere besteht aus zwei Knorpeln, einem inneren, vorderen (Nervenknorpel) (Fig. 20 f) und einem hinteren, äusseren (Fig. 20 b), der dem dreieckigen der Vögel entspricht, oder dem *ligamentum spirale* der Säuger, ferner einer äusseren durch die *membrana Reissneri* (Fig. 50 i) gebildeten und dem Vorhofsfenster zugekehrten Wand, und einer inneren, etwas nach hinten sehenden (Fig. 21 d), die dem Schneckenfenster zugekehrt wie bei den höheren Wirbelthieren durch die *membrana basilaris* gebildet wird (Fig. 50 d). Der von diesen Theilen umschlossene Raum ist wie erwähnt die *scala cochlearis* oder *media*, die in der *lagena* allseitig von Knorpel umschlossen ist. Die beiden Knorpel sind aber nicht wie bei den Vögeln der unteren hinteren Begrenzung des Vorhofsfensters und der inneren Schädelhöhlenwand angeschlossen, sondern die so ausserordentlich ausgebildete, entwicklungsgeschichtlich so interessante Bindegewebshülle, die einen dicken, konischen Zapfen um die Schnecke bildet (Fig. 9 e) aus dessen Richtung sich nicht auf die Stellung der Schnecke unmittelbar schliessen lässt und die den unteren zugespitzten Raum des knöchernen Gehäuses einnimmt, treibt die Knorpel von dem Knochen ab. Wäre die *scala vestibuli*, die vom Vorhofsfenster aus zugänglich und nach aussen von der *membrana Reissneri* gelegen sein müsste, vorhanden und ebenso die *scala tympani*, die von der *membrana basilaris* begrenzt und von dem Schneckenfenster aus zugänglich sein müsste, so würden diese beiden Räume die bei den Vögeln und den Säugern durch den *ductus cochlearis* geschieden, abgesehen von der Communication an der Spitze der Schnecke durch das feine Netzwerk der bindegewebigen Hülle mit einander in Verbindung stehen. Eine Vorhofs- und Paukentreppe ist nun vorhanden. Erstere ist der nach aussen von der *membrana Reissneri* gelegene, durch Schwund des Netzwerks der Bindegewebshülle entstandene untere Theil des inneren, perilymphatischen Raumes, der nach aussen von dem *sacculus* sich befindet (Fig. 11), letztere durch den *recessus* des am *foramen rotundum* endenden *canalis lymphaticus* repräsentirt (Fig. 10 d), und diese beiden Räume stehen in der That, abgesehen von dem Canal, durch das an der freien Fläche der Knorpel befindliche Maschennetz in Verbindung oder sind, wenn man so will, im Anklang an die Verhältnisse bei den Vögeln mehr durch dasselbe geschieden, als es bei den Batrachiern der Fall, bei denen von einer *scala tympani* und *vestibuli* streng genommen keine Rede mehr sein kann.

Das Gerüst der Schnecke, die beiden Schneckenknorpel, an ihrem

Ursprunge bogenförmig mit einander vereinigt (Fig. 20 d) sitzen der hinteren Wandung des Sacks unmittelbar an, gehen wie man es eigentlich richtiger ausdrücken sollte aus derselben hervor und vereinigen sich an der Spitze (Fig. 19 d) sowohl innen, wie aussen zu der *lagena*, während nach unten von der bogenförmigen Vereinigung am Anfange eine Spalte (Fig. 21 d) dieselbe trennt, die durch die *membrana basilaris* geschlossen wird, während der Zusammenhang der Knorpel nach aussen sich durch Hülfe der *membrana Reissneri* (Fig. 50 i) herstellt. Diese continuirlich aus der das Dach des *sacculus* bildenden, feinen Membran hervorgehend schlägt sich über die bogenförmige Vereinigung des Anfangs der Schneckenknorpel hinüber und nur an den Rändern derselben vorne und hinten haftend, heftet sie sich an die äusseren Vorsprünge der beiden Knorpel an und verschmilzt unten mit dem freien, oberen, äusseren Rande der *lagena*. Einen Theil der vereinigten Knorpel am Beginn der Schnecke in der Fortsetzung der hinteren Wand des Sacks (Fig. 20 a), somit der sich darüber hinschlagenden zarten Membran, die zur *membrana Reissneri* wird, könnte man füglich als *canalis reuniens* bezeichnen, und wenn diese Trennung bei ausschliesslicher Betrachtung des Labyrinthes der Schildkröten anfänglich auch etwas willkührlich erscheinen möchte, so sind wir doch vollauf dazu berechtigt, wenn wir die Verhältnisse bei den Vögeln in Betracht ziehen. Bei diesen Thieren gehörte ein Theil der Schneckenknorpel zu dem im übrigen ausserordentlich zartwandigen *canalis reuniens*, und zeigte sich an der Vereinigung der Knorpel und zwar dem Nervenknorpel näher gelegen als eine dreieckige Grube, die im Gegensatz zu dem Epithel des Nervenknorpels eine mehr pflasterförmige Bekleidung zeigte. Eine solche Einziehung lässt sich eben auch bei den Schildkröten nachweisen (Fig. 20 a), die von der pigmentirten Abtheilung des Sacks differenzirt ist, eine Einziehung, die aber mehr dem hinteren als dem vorderen, Nerven tragenden Knorpel angehört. Dies mag wohl mit der mehr senkrechten Stellung der Schnecke und somit auch des *canalis reuniens* zusammenhängen, eine Richtung, die dann natürlich auch die Innenwand des letzteren innehalten muss. Von den beiden Knorpeln hat nun vorwiegend der hintere eine senkrechtere Richtung, als der vordere, der mehr nach vorne gegen den *recessus* umgebogen ist, und daher wird sich der Canal mit seinen Bestandtheilen mehr an ersteren halten. Der hintere Knorpel (Fig. 20 b) beginnt stark verbreitert unterhalb der Einmündung der Röhre der alleinstehenden Ampulle in den *utriculus* und ist von der hinteren Begrenzung der schwarz pigmentirten Schale mit einer vorspringenden Leiste abgesetzt. Man bemerkt an der nach vorne innen hin abfallenden Fläche eine von oben her kommende Leiste, die mit einer nach oben gerichteten Krümmung die untere Grenze der dreiseitigen Einziehung des *canalis reuniens* bildet, die nach hinten hin ihre Begrenzung in dem scharf vor-

springenden Rande des Knorpels erhält, der etwas nach hinten hin ausgebogen dem Anfangstheil der Reissner'schen Membran, der Aussenwand des *canalis reuniens* zur Anheftung dient, während sie nach vorne hin durch die Grenzleiste gegen den Sack hin abgeschlossen wird. Der Theil des Knorpels, der unterhalb der unteren Grenze der Einsenkung liegt (Fig. 20 d) und nach vorne und innen umbiegt, bildet die Vereinigung mit dem vorderen oder Nervenknorpel, wie ich es ähnlich bei den Vögeln beschrieben. Auch dieser Theil ist leicht ausgehöhlt und senkt sich gegen die Spalte nach unten und innen. Der freie durch die Spalte von dem Nervenknorpel getrennte Theil des hinteren ist im wesentlichen unregelmässig vierseitig gestaltet (Fig. 50), mit einer vorderen, einer äusseren, einer hinteren und einer inneren Fläche. Die vordere Fläche, die als die wichtigste erscheint und entsprechend der Schneckentreppenwand des *ligamentum spirale* der Säuger die *scala media* bilden hilft, stösst in einer scharf auslaufenden Leiste mit der unteren zusammen, die den Raum der *scala tympani*, des *recessus canalis lymphaticus*, begrenzen hilft, während sie dagegen oben mehr abgerundet, unten gegen die *lagena* hin schärfer vorspringend in die äussere Fläche (Fig. 50 g) übergeht. Letztere ist mit der hinteren Fläche (Fig. 50 f) ganz in die Bindegewebsmasse des Labyrinths eingehüllt. Die scharfe Leiste, in der sich vordere und innere Fläche vereinen, dient der *membrana basilaris* (Fig. 50 d) zur Anheftung, während an dem Uebergange der vorderen in die äussere die *membrana Reissneri* sich befestigt. Erstere ist unregelmässig gezackt (Fig. 14 g). Die der *scala media* angehörige Fläche des hinteren Knorpels ist leicht ausgehöhlt und fällt im Anfange der Schnecke etwas schräger gegen die *lagena* hin, dagegen steiler gegen die Spalte ab, so dass sie also an ersterer Stelle etwas nach aussen gewandt ist. Ueber dieselbe verläuft eine niedrige Leiste (Fig. 53), eine Fortsetzung der Erhebung, welche die von mir als Theil des *canalis reuniens* geschilderte Einsenkung, von dem Theil des Knorpels trennt, der sich umgebogen mit dem vorderen Nervenknorpel vereinigt, und diese nähert sich, je weiter wir gegen die *lagena* kommen, immer mehr der Anheftungsstelle der Basilarmembran. Die äussere und hintere Wand, die ohne scharfe Trennungsgrenzen in einander fliessen (Fig. 50 f, g) sind stark zerklüftet und man kann, wie ich alsbald ausführen werde, nirgends schöner als hier den allmähligen Uebergang des Netzwerkes der bindegewebigen Hülle in Knorpel sehen. Der Knorpel zeigt an diesen Stellen selbst ein durchbrochenes Ansehen. Die innere Fläche ist namentlich im Anfange der Schnecke durch eine starke, gegen die *lagena* hin sich verflachende Erhebung (Fig. 50 e) in zwei Flächen getheilt, von denen die eine nach innen und hinten sehend mit der hinteren in der bindegewebigen Hülle einbezogen ist, während die andere nach vorn und innen gekehrt die *scala tympani* begrenzen hilft. Beide fliessen an der *lagena* zu einer

Fläche zusammen und zwar geschieht das auf Kosten der *scala tympani* oder des *recessus canalis lymphatici*, und damit rückt auch das umhüllende Fasergewebe nach und somit verschwindet gegen die Spitze der Schnecke die Paukenhöhlentreppe mehr und mehr, da zudem die die Treppe bildende Wand mit dem gegenüberstehenden Nervenknorpel verschmilzt.

Der vordere oder Nervenknorpel, welcher auf früher schon beschriebene Weise mit dem vorhin beschriebenen zusammenhängt, ist durch eine tiefe Incisur (Fig. 19 b) von der hinteren Begrenzung des *recessus sacculi* abgetrennt und ist mit seinem Anfangstheil (Fig. 20 f) etwas nach vorne hin gegen den Sack umgebogen, im Uebrigen aber dem hinteren Knorpel parallel, senkrecht gestellt. Er hat eine sehr unregelmässige, viereckige Gestalt mit einer hinteren, äusseren, vorderen und inneren Fläche. Erstere, der Schneckentreppenwand, der entsprechenden vorderen des hinteren Knorpels entgegengekehrt, geht ebenso wie dort mit einer scharf vorspringenden Leiste, an die sich das andere Ende der *membrana basilaris* anheftet (Fig. 50 d), in die innere über und fällt tief ausgehöhlt steil gegen die Basilarmembran ab, um so steiler, je näher wir der *lagena* kommen. Der Theil der Aushöhlung oberhalb der Ansatzleiste der Membran ist das Homologon des *sulcus spiralis* der Vögel und der Säuger. Die äussere, tief ausgehöhlte Fläche (Fig. 50 a) ist in das dichte Maschennetz der bindegewebigen Hülle eingebettet, welche den Einschnitt zwischen dem *recessus* des Sacks und dem Nervenknorpel ausfüllt und zeigt, wenn auch nicht so prägnant wie der hintere Knorpel, einen allmähligen Uebergang in das Bindegewebe. Die vordere und zugleich etwas nach innen gewandte, ausgehöhlte Fläche (Fig. 50 b) ist nicht von der Hülle bekleidet, sondern bildet die Wand des in dieselbe eingegrabenen *canalis lymphaticus*, während dann die innere und etwas nach hinten sehende Fläche, die in die vorhergehende in einem stumpfen Winkel übergeht, den *recessus* des Canals, die *scala tympani* begrenzt und zugleich zu dem *nervus cochlearis* in die innigste Beziehung tritt (Fig. 50 d). Diese Wand, die der Paukentreppenfläche des hinteren Knorpels entgegengekehrt ist, wird gegen die *lagena* hin gerade wie dort flacher, zugleich nähern sich die beiden. Die Spalte und die Basilarmembran werden schmäler, und schliesslich sind sie zu einer Masse verschmolzen und in die Hülle eingebettet (Fig. 51 d). Dasselbe findet gleichzeitig mit der Anheftungsstelle der *membrana Reissneri* statt. Die äusseren Flächen wachsen mit ihren freien Umbiegungsrändern gegen die vordere resp. hintere Fläche einander entgegen, verschmelzen, und indem nun so die beiden Knorpel überall (Fig. 51) eine continuirliche Masse bilden, entsteht gerade wie bei den Vögeln die *lagena*, deren Wandung sich gegen das Ende immer mehr verdickt und vollkommen in die Bindegewebshülle eingeschlossen ist (Fig. 21). Der Unterschied der Vereinigung der beiden Knorpel zur *lagena* gegenüber den

Vögeln ist der, dass in dem Augenblicke, wo innen die Knorpel zusammenfliessen, die *scala tympani* aufhört, während das bei den Vögeln, wie aus einer Fig. 12 in der Abhandlung »die Schnecke der Vögel«[1]) erhellt, nicht der Fall, und das hängt mit dem Mangel oder der Reduktion der Knorpelleiste zusammen, die sich am Nervendurchtritt findet. Bei den Schildkröten legt sich der Nerv nur an die Paukentreppenwand an (Fig. 50e) und durchbohrt erst an der Ansatzleiste der Basilarmembran die Knorpelmasse.

Was die histologische Struktur der Knorpel der Schnecke sowohl, wie der *lagena* betrifft, so stimmt sie vollkommen mit der des gleichen Gebildes der Vögel und der übrigen dickeren Theile des Labyrinthes überein. Wir haben auch hier wieder (Fig. 53, 54, 59, 60) den so oft schon beschriebenen Spindelknorpel, der gegen den Binnenraum der Schnecke einen feinen, cuticularen Basalsaum zeigt (Fig. 53, 54). Die Masse beider Knorpel ist von Gefässen durchzogen, die entsprechend der grösseren Masse des hinteren Knorpels, dem Homologon des *ligamentum spirale*, am mächtigsten vorhanden sind, und der Längsaxe paralell durch die Dicke desselben verlaufen. Die Gefässe sind Canäle in der Knorpelgrundsubstanz, die, wie mir scheint, eine eigene Epithelbekleidung besitzen. Reichliche Gefässe durchziehen auch die Wand der *lagena*. Nirgends in der Schnecke sind die spindelförmigen Zellelemente regelmässig angeordnet und nirgend erscheint in der Intercellularsubstanz eine Spur von Faserung. Diese tritt erst an der Peripherie auf, dort wo sich die bindegewebige Hülle anlegt. Der Knorpel zerklüftet hier (Fig. 50, 51) und umschliesst unregelmässig gestaltete Räume, die sich immer mehr vergrössern. Die dadurch dünner gewordenen Knorpelbalken verändern dann auf einmal ihre Struktur, sie zeigen in der Intercellularsubstanz anfänglich nur undeutliche, dann immer deutlicher werdende Fasern, und ausser den spindelförmigen Zellelementen kommen dann eingesprengt rundliche, lymphoide Elemente vor. Dann ist das Aussehen der Balken des Maschennetzes vollkommen mit dem der Fasermasse übereinstimmend. Die anfänglich an der Peripherie des Knorpels weiten Hohlräume werden namentlich in der *lagena* immer kleiner, das Fasernetz wird immer dichter bis zur Begrenzungsmembran der Hülle der Oberfläche des glatten Knorpels, auf den ich bei der Betrachtung des gesammten häutigen Labyrinths aufmerksam gemacht. Auf die Zellbekleidung der Knorpel komme ich bei der Schilderung des Schneckenraumes zu sprechen.

Die äussere Wand des Schneckenrohrs wird abgesehen von der Knorpelmasse der *lagena*, wie wir gesehen, von der *membrana Reissneri* gebildet, deren Anheftung, nachdem sie sich über die Einsenkung des hinteren Knorpels als Decke des *canalis reuniens* und über die Vereinigung der

1) l. c.

beiden Knorpel hinübergeschlagen wir vorhin betrachtet haben. Am Anfange der Schnecke, am Uebergange zum Sack, dem Verbindungskanal, breit, wird sie zwischen den Schneckenknorpeln schmaler, um am oberen Rande der plötzlich zur *lagena* zusammentretenden Knorpel abgerundet aufzuhören. Sie ist wie erwähnt eine Fortsetzung der Dachmembran des Sacks und straff zwischen den Knorpeln ausgespannt, und von Gefässen übersponnen. In ihrer Struktur erinnert sie nicht an das Homologon, das *tegmentum vasculosum* der Vögel. Sie zeigt keine Falten gegen die *scala media* hin, sie ist zartwandiger und erinnert viel mehr an die *membrana Reissneri* der Säuger und des Menschen. Das die Membran überspinnende Gefäss (Fig. 52 c) tritt nicht in diese hinein. Sie zeigt dieselbe Struktur wie die Dachmembran des *sacculus*. Es ist ein homogenes, leicht streifiges Bindegewebe mit eingestreuten spindelförmigen oder rundlichen Zellelementen, deren Ausläufer das streifige Aussehen bedingen. Von elastischen Elementen habe ich nichts wahrgenommen. Die Innenfläche ist von einem schönen Cylinderepithel bekleidet (Fig. 52 b), welches vollkommen regelmässig, ohne Wirtelbildung die Begrenzungsfläche der *scala cochlearis* überzieht. Die Zellen sind höher als im Sack, rundlich. Ihr Protoplasma ist hell, durchsichtig, wenig granulirt. Der dunkle, runde, stark granulirte Kern mit dem Kernkörperchen liegt im Grunde der Zelle.

Wenden wir uns nun zu derjenigen Wand des Schneckenrohres, die innen gelagert, der *membrana Reissneri* gegenüber durch die *membrana basilaris* und durch die Vereinigung der Schneckenknorpel gebildet wird, auf welch letztere ich bei der Schilderung der Epithelbekleidung der Knorpel noch einmal zurückkomme, so sehen wir diese die Spalte zwischen ihnen ausfüllend und von scharfen einander gegenüberstehenden vorne und hinten gelegenen Leisten entspringend, oben breit abgerundet beginnen (Fig. 21), in der Mitte den grössten Breitendurchmesser gewinnen und dann zugespitzt an dem oberen Rande der Innenwand der *lagena*, dem Boden derselben, enden. Sie ist vollkommen durchsichtig und nur bei mikroskopischer Betrachtung oder starker Loupenvergrösserung deutlich zu Gesicht zu bringen. Ungefähr in der Mitte besitzt sie die grösste Dicke, ähnlich wie bei den Vögeln, wo sich dieselbe jedoch mehr dem Nervenknorpel genähert fand, allein während bei diesen Thieren die Membran nach beiden Seiten gegen den Nervenknorpel, plötzlich, gegen den dreieckigen allmählich an Dicke abnahm und als ausserordentlich zarte, kaum auf dem Querschnitte darzustellende Membran an die Knorpelleiste sich anheftete, so ist die Anheftung an den hinteren, dem dreieckigen der Vögel, dem Spiralligament der Säuger entsprechenden Knorpel bei den Schildkröten stärker, dagegen an der Nervenknorpelleiste ausserordentlich zart. Hier wie bei den Vögeln ist die Membran schräge gestreift, und zwar verlaufen die Streifen wie dort vom hinteren zum

Nervenknorpel, von obenvom Beginne der Schnecke nach unten gegen die *lagena.* Diese Schrägstreifung geht aber am Ansatze am Nervenknorpel in einer der Längsaxe der Schnecke parallele Streifung über. Die Streifen treten auch auf dem Querschnitte (Fig. 54 a) deutlich zu Tage, und man bemerkt dann, dass dieselben übereinander liegen, der Membran an ihrer dicksten Stelle gleichsam ein geschichtetes Aussehen verleihen. Sie sind der Ausdruck von hellen Fasern (Fig. 56 a), die untereinander durch eine Kittsubstanz zusammenhängend die Membran constituiren, gerade so, wie ich es in meinen »Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Theile der häutigen Vogelschnecke«[1]) von der *membrana basilaris* der Hühnerembryonen gezeigt, und dieser Umstand lässt darauf schliessen, dass die Entwicklungsvorgänge bei den Schildkröten und den Vögeln dieselben sind, besonders wenn man noch hinzunimmt, dass die Basilarmembran auch bei diesen Thieren an ihrer der Schneckentreppe zugewandten Fläche einen feinen Basalsaum trägt (Fig. 54 c) der sich dann auf die Knorpelwand fortsetzt. Ich wies in der eben citirten Abhandlung an der Paukentreppenfläche der *membrana basilaris* Zellelemente nach, die, nachdem sie einen cuticularen Basalsaum abgesondert, Fortsätze ausschicken, die Basilarmembran zusammensetzen, und nachdem diese Fortsätze das Maximum ihrer Entwicklung erreicht, bis auf Reste verschwinden. Ich wies darauf hin, dass, da wir es mit einem elastischen Gewebe zu thun haben, möglicherweise auch die elastischen Fasern aus Zellenfortsätzen entständen. In diesem Glauben bin ich nicht wankend geworden, im Gegentheil. Untersuchungen angestellt am embryonalen *ligamentum nuchae,* die ich, wenn die Beobachtungen vollständig, später weiter auszuführen gedenke, haben mich gelehrt, dass auch hier ein gleicher Bildungsmodus der elastischen Fasern besteht. Ist der Vorgang der Bildung der Basilarmembran bei den Schildkröten der gleiche, wie bei den Vögeln, so ist es vor allem nothwendig Zellelemente nachzuweisen, die auf der Fläche, die der *scala tympani* zugekehrt ist, gelagert sind, gerade so wie solche ja auch beim Menschen beobachtet wurden. Das gelingt nun mit grosser Leichtigkeit und sie sind hier reichlicher vorhanden (Fig. 56 d und 53 d) als bei den Vögeln, wenn sie sich auch auf Querschnitten leicht lösen. Es sind über die ganze Paukentreppenfläche zerstreute, rundliche Zellgebilde mit grossem, dunklen Kern und wenig Protoplasma, die nur selten eine vollständig zusammenhängende Reihe zwischen den Knorpeln bilden und locker anhaften. Der ganze Unterschied wird der sein, dass die Bildungszellen der Membran, nachdem sie die Basalmembran abgesondert, nur geringer entwickelte Fortsätze treiben und frühzeitiger funktionsunfähig werden, als bei den Vögeln, wofür die grössere Dünnheit der Membran spricht, und ferner der Umstand, dass bei den Fröschen die Basilarmembran einzig

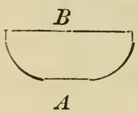
1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XVII.

und allein durch die Fortsetzung des Basalsaums des Knorpels repräsentirt ist. Eigenthümlich ist das Verhalten der Knorpelsubstanz am Ansatze der *membrana basilaris*, und auch das scheint mir ein Beweis für die Richtigkeit meiner entwicklungsgeschichtlichen Auffassung zu sein. Die Spindelzellen ordnen sich am hinteren Knorpel (Fig. 53 e) so, dass ihre Fortsätze gegen die Ansatzleiste convergiren. Sie drängen sich zugleich etwas näher zusammen, und die, welche dem Ansatze der Basilarmembran am nächsten gelagert sind, schicken ihre Fortsätze in dieselbe hinein, so dass es schwer zu sagen, wo der Knorpel aufhört und die Basilarmembran anfängt. Wissen wir ja auch aus der Entwicklungsgeschichte der Hühner, dass *membrana basilaris* und Knorpel aus denselben embryonalen Bildungszellen ihren Ursprung nehmen. Die Spindelzellen sind gleich denen auf der Paukentreppenwand der Membran, deren Fortsätze homolog den Fasern der Membran, und die Intercellularsubstanz des Knorpels homolog der Kittsubstanz der Fasern der *membrana basilaris*. Ausser diesen an der *scala tympani* Seite gelegenen Zellen bemerkt man auch der Längsaxe paralell verlaufende und einen weitmaschigen Plexus bildende Gefässe (Fig. 56 e).

Soweit die *membrana basilaris*. Was nun den Schneckenast des Hörnerven betrifft, so wissen wir, dass derselbe nach unten und hinten verlaufend von einem bindegewebigen Maschennetz fest eingehüllt, oberhalb und nach innen von dem Anfange der Schnecke einen Ast zur alleinstehenden Ampulle und wahrscheinlich mehrere zum *recessus sacculi* schickt. Der Hauptast ist aber nach unten und hinten gewandt und begiebt sich fächerförmig vom Anfange der Schnecke bis gegen die obere, innere Grenze der *lagena* hin ausstrahlend an den vorderen Knorpel und läuft an der Paukentreppenwand derselben (Fig. 50 c und 55 g) gegen die Anheftung der *membrana basilaris*, um hier mit Durchbohrung der Knorpelleiste dicht am Ansatze der Membran in die *scala media* hineinzutreten. Die Bündel treten von einander gesondert durch die Knorpelleiste und dadurch bekommt dieselbe ein gezacktes Aussehen, wie wir ja solches auch bei den Vögeln auftreten sahen. Die Nervenbündel zeigen in der *scala tympani* dort, wo sie an die Paukentreppenwand herantreten, frei hervorragend eine compakte Ganglienzellenanhäufung (Fig. 55 f), ein *ganglion cochleare*, aus dem die doppeltcontourirten Fasern sich sammeln und an der Knorpelfläche weiter verlaufen. Zwischen dem *ganglion cochleare*, dessen Zellen von der verschiedensten Grösse und Form, aber bipolar sind, und der Durchbohrung der Nervenfasern gegen die *scala cochleae* sieht man durch die Masse derselben Kerngebilde durchschimmern, allein dieselben sind viel kleiner und machen weit mehr den Eindruck von Bindegewebselementen (Fig. 55). Sie gehören wohl dem feinen die Nervenfasern isolirenden Bindegewebsnetze an. Dort, wo die Nerven durchbrechen, verlaufen an ihrer freien Fläche gewöhnlich drei feine Gefässe (*vasa spiralia*)

(Fig. 55 e) der Längsaxe der Schnecke parallel und communiciren mit den Gefässen, die die Paukentreppenwand der Basilarmembran überziehen. Auf die Nerven der *lagena* komme ich später zu sprechen.

Wenden wir uns jetzt zur Betrachtung der Epithelbekleidung des Binnenraums der häutigen Schnecke. Dieser hat, da die *membrana Reissneri* und *basilaris* straff ausgespannt sind und die Aussen- und Innenwand bilden, während die ausgehöhlten Schneckentreppenflächen der Knorpel die vordere und hintere Wand constituiren, die Gestalt eines vierseitig prismatischen Raums, der offen gegen den Sack und in der *lagena* blindgeschlossen etwa folgende Gestalt besitzt, so dass die innere Fläche *A* schmäler als die äussere *B* erscheint. Abgesehen von dem Epithel der Reissner'schen Membran, das ich schon geschildert, befindet sich auf dem hinteren Knorpel die einfachste Epithelbekleidung. Es ist wie bei den Vögeln ein einfaches Cylinderepithel (Fig. 53 a), welches wie dort durch allmählige Grössenabnahme der Zellen des *tegmentum vasculosum*, so hier aus denen der *membrana Reissneri* hervorgeht, im Uebrigen aus eben denselben hellen, leicht granulirten, runden Cylinderzellen besteht, deren Kern im Grunde in der Nähe des Basalsaums des Knorpels sich findet. Dieses Epithel setzt sich auf die hinteren Zweidrittel der *membrana basilaris* fort, den Stützzellen derselben Membran homolog (Fig. 54 b), und während diese am Anfange der Schnecke (Fig. 53 b) niedriger als die Zellen des hinteren Knorpels erscheinen, kommen sie mir am Ende derselben etwas höher vor, ohne dabei ihren Charakter zu ändern. Allerhöchstens zeigten sie sich etwas heller, ein Umstand, der aber wohl mehr dem Ueberwiegen des leicht granulirten Protoplasma über die dunklen Kerne zuzuschreiben ist, als dem stärkeren Vorherrschen der Granulationen. Wie die Zellen des hinteren Knorpels am Anfange der Schnecke, wo sich derselbe gegen den Nervenknorpel umbiegt und mit seinem hinteren Theile senkrecht aufsteigend die Einsenkung des *canalis reuniens* bildet, sich verhalten, vermag ich leider nicht anzugeben, allein es dürfte die Annahme wohl nicht zu gewagt sein, dass, da dies Theile des hinteren Knorpels sind, deren Zellbekleidung wir überall allmählig aus der der Reissner'schen Membran hervorgehen sehen, auch hier einfache Cylinderzellen sich finden, die keine wesentlichen Unterschiede darbieten.



Einen anderen Charakter als diese einfachen Cylinder bekommt nun aber das Epithel allmählig am vorderen oder dem Nervenknorpel, und wenn hier auch die Verhältnisse nicht so klar zu Tage treten, wie bei den Vögeln, wenn die Differenzen in der Grösse und im Aussehen auch nicht so prägnant sind wie dort, so glaube ich mich doch berechtigt, hier eine Trennung zu Gunsten einer Epithelform zu statuiren, die ich bei den Vögeln die Zahnzellen des Nervenknorpels nannte, und die so eigenthüm-

liche Beziehungen zur *membrana Corti* zeigten. Wie die Zellen der *membrana Reissneri* allmählig niedriger werdend in die Zellen des hinteren Knorpels übergingen, so ist das auch mit dem Nervenknorpel der Fall. Sie ziehen sich niedriger werdend auf die Schneckentreppenwand des vorderen Knorpels fort, allein etwa in der Mitte der Höhe derselben angekommen, nehmen sie an Höhe zu (Fig. 55 a) und ändern ihr Aussehen. Waren die Cylinderzellen bis dahin granulirt, so werden sie hier heller und gewinnen zugleich an Durchmesser. Es ändert sich auch in den meisten Fällen die Stellung des Kerns. Lag derselbe in den einfachen Cylindern im Grunde, so ist das bei diesen oftmals nicht der Fall, sondern wie in der Umgebung der *macula acustica* des *sacculus* und *utriculus* habe ich den Kern in der Mitte des Zellprotoplasma liegen sehen. Wenn auch das glashelle Aussehen nicht so deutlich zu Tage tritt, so möchte ich sie doch wie die gleichen Gebilde bei den Vögeln die Zahnzellen des Nervenknorpels nennen. Diese Zahnzellen ziehen sich etwa bis zu einem Drittel der Höhe der Wand oberhalb der *membrana basilaris* empor und werden hier von den haartragenden Zellen abgelöst (Fig. 54 b), nehmen aber gegen dieses hin nicht an Höhe ab, sondern ihr Höhendurchmesser bleibt stetig im Wachsen. Dadurch ist aber der *sulcus spiralis*, der bei den Vögeln durch das Niedrigwerden der Zahnzellen in der Nähe des hohen haartragenden Epithels so stark sich geltend machte, nicht so ausgeprägt, wenn auch entsprechend der Knorpelaushöhlung eine seichte Furche, die ich vorhin als *sulcus spiralis* erwähnt habe, sich geltend machte. Sie ist etwas oberhalb des Ansatzes der Basilarmembran am stärksten ausgesprochen.

Was das Nervenepithel betrifft, welches kaum das innere Drittel der Schneckentreppenwand des Nervenknorpels bekleidet und über die Durchtrittsstelle der Nervenbündelchen wegziehend fast bis zur Mitte der Basilarmembran verläuft und dort an den Stützzellen endet, so ist dasselbe von einzelnen starren, spitz auslaufenden Haaren überragt und besteht, der Vertheilung der Kernelemente nach zu schliessen (Fig. 55 b), aus den bekannten zwei Zellformen, den Zahn- und Stäbchenzellen, von denen die Kerne der ersteren am Basalsaume des Knorpels resp. der Basilarmembran liegen, während die der letzteren höher gelagert sind. Vollständig isolirt habe ich die Zellelemente nicht, nur so viel habe ich gesehen, dass jedes einzelne Haar aus einem Basalsaume hervorging, der einer Protoplasmamasse angehörte, die in ihrem Aussehen dem oberhalb des Kerns der Stäbchenzelle liegenden Theile der Zelle entspricht. Andere Elemente des Nervenepithels sind mir nicht zu Gesicht gekommen. Es ist mir auch nicht gelungen das Ende der Nerven in der eigentlichen Schnecke aufzufinden, nur folgendes habe ich constatiren können, und das stimmt genau mit dem überein, was ich an anderen Orten des Gehörorgans der Schildkröten gesehen. Die doppeltcontourirten Fasern treten nicht als solche

ins Epithel, sondern werden vorher blass, einfach contourirt, und ich habe dieselben an Isolationspräparaten bis oberhalb des Niveaus der Kerne der Zahnzellen verfolgen können, und an dem einen Ende habe ich dann einmal eine Theilung der Faser in zwei Fibrillen beobachtet.

Die *lagena*, über deren Bildung ich bei Betrachtung der Schneckenknorpel gesprochen und deren Wandung dieselben Bestandtheile wie diese zeigt, wird an der Innenfläche von den Nervenbündeln schräge durchsetzt, die wie bei den Vögeln zahlreich, jedes in seinem in dem Knorpel eingegrabenen Canale gegen den *fundus* verlaufen, und die gegen denselben ausstrahlend durch Abgabe sekundärer Bündel immer schwächer und schwächer werden und schliesslich nur feine Fasern darstellen. Der *fundus* selbst bekommt niemals Nerven. Die sekundären Bündel (Fig. 60 c) steigen von den abwärts gehenden, grösseren nach aussen gegen den Basalsaum der Innenfläche auf und lösen sich dicht unter diesem in ihre einen Plexus bildende Fasern auf, die mit Gefässen untermischt sind und bis zur Hälfte der Höhe der Vorder- und Hinterwand sich erstrecken, niemals aber, wie mir scheint, bis gegen die Aussenfläche übergreifen. Es erscheint demnach bei den Schildkröten die Nervenausbreitung gegenüber der bei den Vögeln an gleicher Stelle reducirt, ein Verhalten, wie es noch prägnanter an der *lagena* der Batrachier auftritt, wo die Nerven nur die eine Wand derselben einnehmen und niemals seitlich ausstrahlen (vergl. das Gehörorgan der Frösche). Die Epithelauskleidung des auch hier unregelmässig vierseitig gestalteten Raumes, dessen Ecken aber abgerundet erscheinen, besteht an der Aussenwand und im *fundus* der *lagena* bis zur Hälfte der Vorder- und der Hinterwand aus den einfachen Cylinderzellen, wie wir sie an der *membrana Reissneri* auftreten sahen, nur dass dieselben niedriger erscheinen (Fig. 59 a) und an Höhe etwa denen der Mitte des hinteren Knorpels entsprechen. An den Seitenflächen, in der Nähe des Endes der Nervenausbreitung nehmen dieselben an Höhe zu, ob aber dabei auch die Stellung des Kernes wechselt, vermag ich nicht zu entscheiden. Dort werden sie vom Nervenepithel abgelöst. Es gelang mir nicht dieses auf Querschnitten in allen Theilen zu Gesicht zu bekommen, und ich vermag demnach auch nicht zu sagen, was aus den dicht über den Basalsaum aufgestiegenen Nervenfasern wird, wenn es auch wahrscheinlich, dass dieselben blass geworden ins Epithel hineintreten; allein so viel sah ich (Fig. 60 a), dass das Epithel von Haaren überragt war und auf Flächenansichten bekam ich ganz genau dieselben Bilder, wie ich sie aus dem *utriculus* Fig. 42 dargestellt habe. Grössere, dunklere Kreise mit den kleinen, stark lichtbrechenden Pünktchen in der Mitte, der Ausdruck des Haars, umgeben von kleinen hellen Kreisen, die den Zahnzellen angehören. Auf dem Querschnitt (Fig. 60 b) habe ich wie sonst überall bei den Wirbelthieren die Kerne derselben in continuirlicher Reihe am Basalsaume liegen sehen.

Ausser diesen in dem Raume der häutigen Schnecke und der *lagena* gelegenen Theilen habe ich nun noch zweier Gebilde zu gedenken, die gewiss zu den interessantesten Theilen gehören, die wir überhaupt in der Schnecke kennen. Es ist die Otolithenmasse und die *membrana Corti*. Hat man am häutigen Labyrinthe die bindegewebige Hülle ohne Verletzung der Dachmembran des *sacculus* und deren Fortsetzung, der *membrana Reissneri* abgehoben, so bemerkt man ausgehend von dem hinteren Rande des *recessus*, spitz beginnend und sich an den Theil der Otolithenmasse, der im *recessus sacculi* liegt, anlehnend, ohne eine Verbindung mit derselben einzugehen, eine um die Incisur zwischen *recessus* und Nervenknorpel hakenförmig nach hinten unten sich herumschlagende, weisse Masse (Fig. 19 c). Diese schimmert durch die *membrana Reissneri*, wird breiter, erstreckt sich abwärts in den Schneckenraum, füllt diesen aus und verschwindet in der *lagena*. Das in der Flasche steckende Ende ist am breitesten, am äussersten Rande abgerundet. Diese immer breiter werdende Masse liegt der *membrana Reissneri* unmittelbar an, und bei einem Labyrinthe folgte beim Abheben derselben die Masse mit. Es ist nicht ganz leicht sie vollkommen isolirt zu bekommen, namentlich das in der *lagena* steckende Ende, welches durch die Wand derselben als weissgelblicher Fleck durchschimmert, bricht leicht ab, während sich dagegen der übrige Theil ziemlich resistent zeigt. Was das auffallendste ist, ich habe diese Masse bei der einen Schildkröte, die ich untersuchte, bis auf den in der *lagena* steckenden abgerundeten Theil derselben vermisst, während sie bei dem anderen Exemplare und zwar auf beiden Seiten vorhanden war. Ich glaube nicht der Präparation die Schuld an diesem Befunde beimessen zu dürfen, da ich diese mit der grössten Vorsicht vornahm und die Otolithenmasse des Sacks, die sich unendlich viel leichter löst und herausfällt, in situ vorhanden war. Es scheint also in seiner vollen Ausdehnung ein inconstantes Gebilde zu sein, constant ist nur der Lagenartheil derselben. Die Masse stellt sich als ein eigenthümlich gestalteter, sichelförmig gekrümmter Otolithensack dar, dessen schmalerer im Körper der Schnecke liegender Theil dickwandig, dessen Endtheil dagegen zartwandig erscheint. Die Oberfläche des dicken Theils des Sacks (Fig. 19) ist gewellt und zwar in querer Richtung. Es laufen 3—4 Falten darüber hin und eine mikroskopische Betrachtung des dicken Sacktheils zeigt uns eine Längsstreifung wie im Otolithensack des *sacculus*, ohne dass es mir gelang netzförmige Zeichnungen auf der Oberfläche zu entdecken, die man als Ausdruck der Oeffnungen von Eindrücken ansehen könnte. Diese Streifung betrachte ich als herrührend von der Schichtung dieser cuticularen Membran. Der Otolithenbrei ist lose von der Sackwand umschlossen. Wesentlich andere Verhältnisse zeigt der im Binnenraume der *lagena* gelegene Theil, dessen

Wand durchsichtig, glashell, zart und ohne Streifen erscheint. Dieser zeigt auf seiner Innenfläche die schon an anderen Stellen von Otolithenmembranen beschriebenen bald grösseren, bald kleineren Kreise, die die Oeffnungen weiter Eindrücke darstellen, in die die Hörhärchen ragen. Auf Querschnitten der *lagena* habe ich den Theil der Sackwand, der dem Nervenepithel aufliegt, in situ gesehen und habe bemerkt wie hier die Haare gerade so wie in den Ampullen in die Membran hineinragten, ohne dass, wie ich es in der *lagena* der Vögel gesehen, Otolithen in die homogene Masse eingelagert waren, und ich neige mich immer mehr zu der Ansicht, dass diese bei den Vögeln beim Schnitt mechanisch hineingedrückt wurden, und ferner glaube ich, wie schon früher gesagt, dass die hufeisenförmige Otolithenmasse der Flasche der Vogelschnecke ebenfalls einen geschlossenen, mit Otolithen gefüllten Sack darstellt.

Hat man diese Otolithenmasse der Schnecke weggehoben, so kommt in der Tiefe der *scala media* (Fig. 20 c) eine ausserordentlich schwer in der Lage zu erhaltende, durchsichtige, feine Membran zum Vorschein, die *membrana Corti*, und diese Ueberlagerung der Kortischen Membran der Schnecke von Seiten einer Otolithenmasse ist, so auffallend, dass man bei alleiniger Betrachtung der Verhältnisse der Schildkröten versucht sein könnte das Ganze für einen Zufall zu erklären, der dem Präparateur zuzuschreiben ist, besonders da ihm nur ein geringfügiges Material zu Gebote stand und weil ganz abgesehen von den höheren Wirbelthieren ein solches Verhalten nicht einmal in dem Gehörorgane der Batrachier vorkommt; allein zieht man die Fische in Betracht, so verliert die Thatsache ihr Auffallendes, wie wir bei der Schilderung des Labyrinthes dieser Thiere sehen werden. Die Kortische Membran zeigt in der Schnecke der Schildkröten (Fig. 20) ein ähnliches Lagerungsverhältniss, wie bei den Vögeln. Sie ist zungenförmig gestaltet (Fig. 57), und erstreckt sich vom Beginne der Schnecke bis zur Oeffnung der *lagena*, allein niemals in diese hinein, dagegen lagert sie noch auf der Verbindung des hinteren Knorpels mit dem vorderen, gerade wie bei Vögeln, ist aber in diesem ihren Anfangstheile nicht abgerundet, sondern läuft mehr spitz aus. Gegen die *lagena* hin nimmt sie immer mehr an Breite zu, springt frei über den Ansatz der *membrana basilaris* an den Nervenknorpel über die Membran bis zur Mitte derselben vor, und hier lässt sich bei Flächenpräparaten der Grenzcontour der Membran am leichtesten entdecken, während ihre Lagerungsverhältnisse zum Nervenknorpel selber nicht erhellen, und es ist mir auch anderweitig nicht gelungen etwas darüber auszusagen, da auf Querschnitten die Membran regelmässig abgefallen war. Nur so viel habe ich an Flächenpräparaten gesehen, dass dieselbe dem Nervenepithel der Basilarmembran und dem gleichen oberhalb des Nervendurchtritts im Knorpel unmittelbar aufliegt, da diese Theile durch die glashelle Membran

durchschimmern, und dass sie selbst einen kleineren Theil der Stützzellen bedeckt, also über den Bereich des Nervenepithels nach hinten geht, was bei den Vögeln nicht der Fall war, da mit dem Nervenepithel auch die *membrana Corti* aufhörte. Im isolirten Zustande ist die Breite der Membran eine beträchtlichere als in situ nachweisbar, und daraus folgt, dass sie sich auch an Theile der Bekleidung des Nervenknorpels und zwar wie bei den Vögeln zunächst an die Zahnzellen anlegen muss, wie weit das aber geschieht, vermag ich nicht zu sagen. Ich glaube nicht, dass sie sehr weit gegen die *membrana Reissneri* emporragt. Betrachten wir die isolirte Membran, so zeigen sich an dem der Bekleidung des Nervenknorpels angelagerten Rande wie bei den Vögeln nur viel sparsamer und durchaus nicht so scharf vorspringend (Fig. 57 c) Zacken, während der andere Rand im wesentlichen gleichmässig erscheint. Diese haben wohl eine gleiche Entstehungsweise, wie die Zacken der *membrana tectoria* der Vögel, ein Punkt, der jedenfalls noch näher festzustellen wäre. Im Uebrigen sehen wir über der dem Epithel zugewandten Fläche von dem breiten Ende an bis in die Nähe des spitzen am Anfangstheile der Schnecke eine Erhebung, einen breiten Kamm verlaufen (Fig. 57 d), der eine kleinere in den Bereich des Nervenknorpels fallende Abtheilung (Fig. 58 a) von einer grösseren, die wesentlich oberhalb der Basilarmembran liegt, trennt und der am spitzen Ende der Membran in querer Richtung verlaufend dort ein kleines dreieckiges Feld abscheidet (Fig. 57 a b). Diese Hervorragung, die wie wir wissen auch den Vögeln nicht fehlt, ist das Homologon des Fortsatzes innerhalb des *sulcus spiralis*, erscheint aber hier entsprechend der flachen Gestalt desselben ausserordentlich viel niedriger. Ausserdem sehen wir parallel der Faserrichtung der Basilarmembran über die Oberfläche eine Streifung verlaufen, die namentlich auf der Höhe der Leiste am ausgeprägtesten erscheint, während sie gegen das freie Ende, oberhalb der Stützzellen mehr oder minder verschwindet (Fig. 57). Ganz dasselbe Verhalten zeigte sich bei den Vögeln, nur dass sich hier die Streifung über die ganze Membran erstreckte. Bei den Schildkröten erschien mir ausserdem die Streifung am breiten Ende der Membran stärker als am spitzen, ein Umstand, der wohl mit dem grösseren Dickendurchmesser derselben an jener Stelle zusammenhängen mag. Bei starker Vergrösserung lässt sich die dem Epithel zugewandte Seite der Membran in drei Zonen theilen, in eine breite, grosse, dunklere (Fig. 58 b) und zwei seitliche, schmalere (Fig. 58 a u. c), von denen die dem Nervenknorpel genäherte dicker und maschig ist (Fig. 58 a), während die andere, die sich über einen Theil der Stäbchenzellen der Basilarmembran hinweglagert (Fig. 58 c), zart und ziemlich gleichmässig, homogen erscheint. Die mittlere, breite Zone, über die die Erhebung verläuft, und von der die vorliegende Figur zu meinem Bedauern nur einen sehr unvollständigen Be-

griff giebt, zeigt sich dick und auf eigenthümliche Weise gezeichnet. Die erste den Zahnzellen aufliegende Zone zeigt ein unregelmässiges Maschennetz, dessen Maschen gegen den Rand hin grösser und länglicher, gegen die mittlere Zone und die darüber hinlaufende Erhebung dagegen kleiner und rundlicher erscheinen. Das Balkengewebe ist klar und durchsichtig. Die Maschen repräsentiren unregelmässige Eindrücke in der Membran. Ob diese, wie mir wahrscheinlich, von Gruppen der Zahnzellen herrühren, weiss ich nicht und ebenso wenig vermag ich mir von der Herkunft ähnlicher undeutlicherer Maschen in der mittleren Zone Rechenschaft zu geben, die oberhalb des Nervenepithels gelegen innerhalb ihrer Maschenräume kleine kreisförmige Zeichnungen zeigt. Die Maschen mit den darin enthaltenen Streifen sind deutlicher auf der Erhebung, undeutlicher gegen den anderen Rand hin, wo die Kreischen allmählig von einander getrennt, für sich, unregelmässig angeordnet stehen. Die Gruppen sind nicht durch so breite Substanzbrücken getrennt, wie auf der Zeichnung, ebenso wie gegen den durchsichtigen Theil die Eindrücke viel zu vereinzelt stehen, es sind eben nur die am deutlichsten sichtbaren dargestellt. Es hätte mehr ein Bild ähnlich dem, welches die *lamina reticularis* sowohl der Vögel wie der Säuger darbietet, geben müssen. Ich halte diese gruppenweise und auch einzeln stehenden Kreise, trotzdem ich den strikten Beweiss schuldig bleiben muss, für den Ausdruck von Eindrücken, einerseits durch die die Haarzellen umgebenden Zahnzellen hervorgerufen, andererseits für solche, die tiefer sein müssen und dazu bestimmt das Haar der Stäbchenzellen zu umschliessen, wie es ja auch bei den Vögeln der Fall, und wie wir es ja auch an den Lücken der *membrana reticularis* der Säuger und des Menschen sehen. Die dritte seitliche Zone ist ausserordentlich zart gestreift, und die Streifen auf der Epithelfläche derselben sind sehr sparsam. Sie rühren wohl von einzelnen stärker über die Oberfläche hervorragenden Stützzellen her. Der Theil am spitzen Beginne der Membran, welcher durch den transversalen Verlauf der Erhebung abgetrennt wurde, ruht dem an dem Beginne der *membrana basilaris* liegenden Theil der Vereinigung der beiden Schneckenknorpel auf, und es ist mir wahrscheinlich, dass sich an dieser Stelle eine Fortsetzung der Zahnzellen des Nervenknorpels findet, wenn auch kein Nervenepithel, und ich bin fest überzeugt, dass hier wie bei den Vögeln die ganze *membrana Corti* oder *tectoria* ein Sekretionsprodukt, eine Cuticularbildung von Seiten der Zahnzellen des Nervenknorpels, sowohl wie der des Nervenepithels, vielleicht auch eines Theils der Stützzellen darstellt.

Somit habe ich alle Theile des Labyrinthes der Schildkröten, welches namentlich auch, was die Schnecke betrifft, eine so evidente Uebereinstimmung mit dem der Vögel zeigt, beschrieben und es bliebe mir nun noch zum Schluss übrig die Angaben näher zu berücksichtigen, die namentlich

Deiters[1] über die histologische Struktur der Schnecke der Reptilien, vor allen der Eidechsen gemacht, allein ich verweise in dieser Beziehung auf die nachfolgende Arbeit des Herrn Dr. Clason, der wie ich glaube auf vollkommen zufriedenstellende Weise die Uebereinstimmung des Gehörorgans der Eidechsen mit denen der am nächsten stehenden Thierclassen nachgewiesen.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XI. Fig. 1. Vergr. $^2/_1$. Kopf der *Testudo graeca* von hinten. *a.* Naht zwischen dem *opistoticum* und dem *occipitale laterale. b. os squamosum. c. os quadratum. d.* Geschlossener Ring des *os quadratum* zur Aufnahme des Trommelfells. *e.* Paukenhöhlenöffnung der *tuba Eustachii. f.* Knöcherne Rinne für die *columella*, verengerter Theil der Paukenhöhle. *g. foramen externum* des *canalis caroticus. h.* Durch Weichtheile verschlossene hintere Wand des *recessus cavi tympani* zwischen *os quadratum* und *occipitale laterale. i.* Austrittsstelle des *glossopharyngeus. k.* Austrittsstelle des *vagus. l.* Austrittsstelle des *hypoglossus.*

,, Fig. 2. Vergr. $^3/_1$. Kopf von *Emys europea* von hinten. *a.* Austrittsöffnungen des *hypoglossus. b.* Austrittsöffnung für den *vagus. c.* Austrittsstelle des *glossopharyngeus. d.* Im offenen Knochenkanale des *os quadratum* liegende *columella. e. foramen externum* des *canalis caroticus. f.* Durch Weichtheile verschlossene Hinterwand des auf der anderen Seite offenen *recessus cavi tympani.*

,, Fig. 3. Gr. $^3/_4$. Kopf der *Chelonia midas* von hinten gesehen, so dass man die im *recessus cavi tympani* gelegenen Theile sieht. *A. os squamosum. B. os quadratum. C. os opistoticum. D. os pterygoides. E. os occipitale laterale. F.* Offene Knochenrinne, für die *columella. H. foramen ovale,* in der Tiefe des Labyrinths zwei gegen die Schädelhöhle führende Oeffnungen, die hintere für den *nervus cochlearis*, die vordere für den *ramus vestibularis. g. foramen cochleare s. rotundum. i.* Im *os pterygoides* verlaufender *canalis caroticus. k. apertura aquaeductus cochleae. l. foramen jugulare. m.* Austrittsstelle des *hypoglossus.*

,, Fig. 4. Natürliche Grösse. Das isolirte Labyrinth von *Chelonia midas* in der Lage von vorne gesehen. *a.* Frontaler Bogengang. *b.* Horizontaler Bogengang. *c.* Sagittaler Bogengang. *d.* Basis der *columella. e.* Vertiefung unterhalb des *foramen jugulare. f. foramen cochleae s. rotundum. g.* Alleinstehende Ampulle. *h.* Zusammen-liegende Ampullen.

,, Fig. 5. Natürliche Grösse. Dasselbe Präparat von hinten gesehen. *a.* Obere Abtheilung der hinteren Fläche. *b.* Untere Abtheilung derselben. *c. apertura aquaeductus cochleae. d. foramen cochleare s. rotundum. e. columella.*

,, Fig. 6. Natürliche Grösse. Dasselbe Präparat von innen gesehen. *a.* Die knöcherne Abtheilung des hinteren Theils der inneren Wand des knöchernen Labyrinths. *b.* Die vordere Abtheilung derselben. *c.* Die knorplige Partie der hinteren Abtheilung der Innenfläche. *d.* Schneckenknorpel. *e. apertura aquaeductus vestibuli. f.* Eintrittsstelle des *nervus vestibularis. g.* Eintrittsstelle des *nervus cochlearis.*

---

1) l. c.

Taf. XII. Fig. 7. Vergr. $1^1/_2$. Das isolirte Labyrinth nach Abtragung des grössten Theils der äusseren Wand des knöchernen Gehäuses. *a.* Die zusammenstehenden Ampullen. *b.* Der Raum zwischen knöcherner Labyrinthwandung und der bindegewebigen Hülle, der äussere perilymphatische Raum in der *fovea major* nach Scarpa. *c.* Horizontaler Bogengang. *d.* Alleinstehende Ampulle. *e.* Die dem *foramen ovale* anstehende äussere Wand des inneren perilymphatischen Raums.

,, Fig. 8. Vergr. $1^1/_2$. Das gesammte häutige Labyrinth von aussen gesehen. *a.* Die bindegewebige Hülle des *utriculus.* *b.* Der dem *foramen* anliegende Theil der Bindegewebshülle des *sacculus.* *c.* Die durchschimmernde alleinstehende Ampulle. *d.* Die durchschimmernde sagittale Ampulle. *e.* Die durchschimmernde horizontale Ampulle. *f.* Der für den *utriculus* und die zusammenliegenden Ampullen bestimmte Nervenast. *g.* Der Nervenast des *sacculus.*

,, Fig. 9. Vergr. $1^1/_2$. Dasselbe von innen gesehen. *a.* Die durchschimmernde Vereinigung der beiden verticalen Bogengänge. *b.* Das durchschimmernde Ende des horizontalen Bogengangs. *c.* Der Nervenast für die alleinstehende Ampulle. *d.* Oeffnung des *canalis lymphaticus* am *foramen cochleare s. rotundum.* *e.* Zapfen der bindegewebigen Hülle der Schnecke. *f.* Durchschimmernde pigmentirte Abtheilung des *sacculus.* *g.* Innere Wand des *canalis lymphaticus.*

,, Fig. 10. Vergr. $1^1/_2$. Dasselbe von hinten gesehen. *a.* Durchschimmernde alleinstehende Ampulle. *b.* Aeussere Wand des inneren perilymphatischen Raums dem *foramen vestibulare* anliegend. *c. canalis lymphaticus.* *d. recessus canalis lymphatici s. scala tympani.*

,, Fig. 11. Vergr. $^2/_1$. Dasselbe von aussen nach Eröffnung des inneren perilymphatischen Raums. *a.* Otolithenmasse des *sacculus.* *b.* Faserstränge die Aussenwand des *canalis lymphaticus* bildend. *c.* Zartes Fasernetz im inneren perilymphatischen Raume. *d.* Eingang in den *canalis lymphaticus.*

,, Fig. 12. Vergr. $^2/_1$. Dasselbe von innen nach Eröffnung des *utriculus* und des *canalis lymphaticus.* *a.* Die Vereinigung der verticalen Bogengänge. *b.* Trennungsleiste zwischen *utriculus* und *recessus utriculi.* *c. recessus utriculi.* *d.* Geöffneter *canalis lymphaticus.* *e.* Kommunicationsöffnung des *sacculus* mit dem *utriculus.* *f.* Die geöffnete Röhre der alleinstehenden Ampulle.

,, Fig. 13. Vergr. $1^1/_2$. Das aus der Bindegewebshülle isolirte, häutige Labyrinth von aussen. *a.* Einmündung des horizontalen Bogengangs. *b.* Röhre der alleinstehenden Ampulle. *c.* Durchschimmernde *macula acustica* des *recessus utriculi.* *d. sacculus.* *e.* Schnecke.

,, Fig. 14. Vergr. $1^1/_{12}$. Dasselbe von innen. *a.* Dünne Innenwand des *utriculus.* *b.* Nervenzweig für den *utriculus* und die zusammenstehenden Ampullen. *c.* Ast des *sacculus.* *d. nervus cochleae.* *e.* Vorderer oder Nervenknorpel den *canalis lymphaticus* begrenzend *f. lagena.* *g.* Hinterer Knorpel. *h.* Nervenast für die alleinstehende Ampulle. *i.* Röhre der alleinstehenden Ampulle. *k.* Frontale Ampulle. *l.* Horizontaler Bogengang.

,, Fig. 15. Vergr. $^2/_1$. Das isolirte häutige Labyrinth nach Wegnahme der Dachmembran des *sacculus* und der *membrana Reissneri* von aussen. *a.* Sagittale. *b.* Horizontale Ampulle. *c.* Alleinstehende Ampulle. *d. recessus utriculi* mit der *macula acustica.* *e.* Theil der Wand des *utriculus* die Wand des Sacks bildend. *f.* Pigmentirte Abtheilung am Boden des *sacculus.* *g.* Communicationsöffnung mit dem *utriculus.* *h. lagena.* *i. canalis reuniens.*

Taf. XII. Fig. 16. Vergr. $^5/_1$. Die zusammenstehenden Ampullen und der *recessus utriculi*. *a.* Durchschimmernde *crista acustica* der sagittalen Ampulle. *b.* Zu derselben gehender Nervenzweig. *c.* Nervenzweige für den *utriculus*. *e. macula acustica* des *utriculus*. *d.* Nervenzweig für die horizontale Ampulle.

,, Fig. 17. Vergr. $^5/_1$. Der Boden des *recessus utriculi* mit der *macula acustica*. *a.* Nervenzweig. *b. macula acustica*. *c.* Leiste zwischen *recessus utriculi* und der Einmündung der zusammenliegenden Ampullen.

,, Fig. 18. Vergr. $^5/_1$. Der Boden des *sacculus*. *a.* Einmündung der Röhre der alleinstehenden Ampulle in den *utriculus*. *b. utriculus*. *c.* Leiste über der Einmündung des *utriculus* in den Sack. *d.* Communication zwischen Sack und *utriculus*. *e.* Pigmentirte Abtheilung des *sacculus*. *f. limbus sacculi*. *g. recessus sacculi* mit der *macula acustica*.

,, Fig. 19. Vergr. $^5/_1$. Die isolirte Schnecke nach Wegnahme der *membrana Reissneri*. *a. recessus sacculi*. *b.* Das Bindegewebsnetz in der Incisur zwischen *recessus* und Nervenknorpel. *c.* Otolithenmasse der Schnecke. *d. lagena*.

,, Fig. 20. Vergr. $^5/_1$. Die isolirte Schnecke nach Wegnahme der Otolithenmasse und der *membrana Reissneri*. *a.* Einsenkung am hinteren Knorpel zum *canalis reuniens* gehörig. *b.* Hinterer Knorpel. *c. membrana Corti*. *d.* Vereinigung des hinteren mit dem vorderen Nervenknorpel. *e.* Grenzleiste zwischen dem Anfang der Schnecke und dem *recessus sacculi*. *f.* Nervenknorpel.

,, Fig. 21. Vergr. $^5/_1$. Dieselbe nach Wegnahme der *membrana Reissneri*, der Otolithenmasse und der *membrana Corti*. *a.* Pigmentirte Abtheilung des Sacks. *b.* Vereinigung des hinteren mit dem Nervenknorpel. *c.* Einsenkung am hinteren Knorpel, dem *canalis reuniens* angehörig. *d. membrana basilaris*. *e. recessus sacculi*.

,, Fig. 22. Vergr. $^{200}/_1$. Stück der bindegewebigen Hülle des Labyrinths von der Fläche. *a.* Lymphoides Zellelement. *b.* Die Membran der Bindegewebshülle. *c.* Bindegewebskörperchen. *d.* Faserbalken.

,, Fig. 23. Vergr. $^{200}/_1$. Querschnitt durch den sagittalen Bogengang. *a.* Epithel an der gewölbten Seite des Bogengangs. *b.* Epithel der *raphe*. *d.* Regelmässig geordnete Zellen des Spindelknorpels. *c.* Pflasterepithel des Bogengangs. *e.* Ueberreste der faserigen Hülle.

,, Fig. 24. Vergr. $^{150}/_1$. Stück eines verticalen Bogengangs von der Fläche. *a.* Zellstreifen der *raphe*. *b.* Pflasterzellen des Bogengangs. *c.* Basalsaum. *d.* Spindelknorpel.

Taf. XIII. Fig. 25. Vergr. $^{150}/_1$. Das Dach der frontalen Ampulle von der Innenfläche. *a.* Dachstreifen. *b.* Spindelknorpel. Zellen der Seitenwand im Profil.

,, Fig. 26. Vergr. $^{200}/_1$. Querschnitt durch das Dach der sagittalen Ampulle. *a.* Basalsaum. *b.* Pflasterzellen. *c.* Zellen des Dachstreifen.

,, Fig. 27. Vergr. $^{100}/_1$. Das Ende der *crista acustica* und des *planum semilunatum* der frontalen Ampulle. *a. planum semilunatum*. *b.* Ende der *crista acustica*. *c.* Nervenfasern.

,, Fig. 28. Vergr. $^{300}/_1$. Epithel des *planum semilunatum* von der Fläche. *a.* Dunkle Zellen. *b.* Helle Zellgruppe.

,, Fig. 29. Vergr. $^{200}/_1$. Querschnitt durch das *planum semilunatum* der frontalen Ampulle. *a.* Cylinderzellen. *b.* Basalsaum. *c.* Spindelknorpel.

,, Fig. 30. Vergr. $^{70}/_1$. Die *crista acustica* der frontalen Ampulle isolirt und von der Fläche betrachtet. *a.* Hörhaare. *b.* Nervenepithel auf der Höhe der

crista. *c*. Nervenepithel an der Seite der Wölbung. *d*. Durchschimmernde Nervenbündelchen. *e*. Seitlicher Nervenzweig.

Taf. XIII. Fig. 31. Vergr. 70/1. Die *crista acustica* der horizontalen Ampulle von der Fläche. *a*. Nervenepithel auf der Höhe der Wölbung der *crista*. *b*. Nervenepithel an der Seite derselben. *c*. Nervenbündelchen. *d*. Seitlicher Nervenzweig.

,, Fig. 32. Vergr. 200/1. Querschnitt durch die Mitte der *crista acustica* der frontalen Ampulle. *a*. *cupula terminalis* mit den hineinragenden Hörhärchen. *b*. Nervenepithel. *c*. Basalsaum. *d*. Epithel am Abhange der Leiste. *e*. Epithel am Boden der Ampulle.

,, Fig. 33. Vergr. 200/1. Epithel vom Abhange einer *crista acustica* in der Nähe des Nervenepithels. *a*. Kerne in der Mitte der ans Nervenepithel stossenden Zellen. *b*. Kerne der Zellen am unteren Theile des Abhangs der Gehörleiste.

,, Fig. 34. Vergr. 300/1. Die *cupula terminalis* der *crista acustica* von der Fläche. *a*. Oeffnung des Raums zur Umschliessung des Gehörhärchens.

Taf. XIV. Fig. 35. Vergr. 300/1. Stück der Basis der *crista acustica* der sagittalen Ampulle an der Eintrittsstelle des Nervenastes. *a*. Gefäss. *b*. Durchschnittene Nervenfasern mit zwischengelagerten Ganglienzellen. *c*. Feines Netzwerk mit Bindegewebe zur Isolation der Nervenbündelchen.

,, Fig. 36. Vergr. 170/1. Stück der *crista acustica* der horizontalen Ampulle mit abgehobenem Nervenepithel. *a*. Frei über die Oberfläche ragende, dreigetheilte, blasse Nervenfaser.

,, Fig. 37. Vergr. 400/1. Isolirte Stäbchenzellen von der *crista acustica* der Ampullen. *a*. Basalsaum. *b*. Körper der Stäbchenzelle. *c*. Gehörhaar. *d*. Zahnzellkörper. *e*. Kern der Stäbchenzelle.

,, Fig. 38. Vergr. 400/1. Zwei isolirte Zahnzellen der *crista acustica*. *a*. Keulenförmig verdicktes Ende. *b*. Einbuchtung zur Einlagerung des Bauchs der Stäbchenzelle. *c*. Kern.

,, Fig. 39. Vergr. 200/1. Pflasterzellen des *utriculus* von der Fläche.

,, Fig. 40. Vergr. 200/1. Querschnitt durch die Wand des *utriculus*. *a*. Pflasterepithelzellen. *b*. Kerne der bindegewebigen Wand

,, Fig. 41. Vergr. 300/1. Stück eines Wirtels aus der Epithelbekleidung des *utriculus*. *a*. Dunklere Zellen. *b*. Helle Zellgruppe.

,, Fig. 42. Vergr. 350/1. Nervenepithel der *macula acustica* des *recessus utriculi* von der Fläche. *a*. Dunkle Stäbchenzellen. *b*. Helle Zahnzellen.

,, Fig. 43. Vergr. 100/1. Querschnitt durch die *macula acustica* des *utriculus*. *a*. Nervenbündel. *b*. Nervenepithel.

,, Fig. 44. Vergr. 200/1. Epithel aus der Nähe der *macula acustica* des *utriculus*.

,, Fig. 45. Vergr. 200/1. Epithel an der Peripherie der *macula acustica* des *utriculus*.

,, Fig. 46. Vergr. 200/1. Stück der pigmentirten Abtheilung des *sacculus* von der Fläche mit durchschimmernden Pigmentmassen.

,, Fig. 47. Vergr. 300/1. Querschnitt durch die pigmentirte Abtheilung des Sacks. *a*. Cylinderepithelbekleidung. *b*. Pigmentmassen der Wandung. *c*. Zellkörper der Wand.

,, Fig. 48. Vergr. 300/1. Stück der Membran des Otolithensacks des *sacculus* von der Fläche.

,, Fig. 49. Vergr. 100/1. Querschnitt durch die *macula acustica* des *sacculus*. *a*. Nervenepithel. *b*. Nervenbündel.

,, Fig. 50. Vergr. 30/1. Querschnitt durch den Anfang der Schnecke. *a*. Das

Bindegewebsnetz in der Incisur zwischen Nervenknorpel und *recessus sacculi*, die äussere Fläche des Nervenknorpels verdeckend. *b.* Begrenzung des *canalis lymphaticus*. *c. ganglion cochleare*. *d. membrana basilaris*. *e.* Paukentreppenwand des hinteren Knorpels. *f.* Hintere Wand des hinteren Knorpels. *g.* Aeussere Wand desselben. *h. scala media*. *i. membrana Reissneri*.

Taf. XIV. Fig. 51. Vergr. $^{50}/_{1}$. Querschnitt durch die *lagena*. *a.* Aeussere Wand. *b.* Netzwerk der Bindegewebshülle. *c.* Nervenfaserbündel. *d.* Innere Wand.

,, Fig. 52. Vergr. $^{200}/_{1}$. *Membrana Reissneri* von der Fläche mit theilweise abgehobenem Epithel. *a.* Bindegewebsmasse der Membran. b. Epithelbekleidung. *c.* Gefäss.

Taf. XV. Fig. 53. Vergr. $^{200}/_{1}$. Querschnitt durch den hinteren Knorpel aus dem Anfange der Schnecke mit der *membrana basilaris*. *a.* Epithel des hinteren Knorpels in der *scala media*. *b.* Stützzellen der *membrana basilaris*. *c.* Basilarmembran mit ihren Streifen. *d.* Reste der Bildungszellen der Basilarmembran. *e.* Uebergang der Spindelzellen des Knorpels zur Masse der Basilarmembran.

,, Fig. 54. Vergr. $^{200}/_{1}$. Querschnitt durch den hinteren Knorpel mit Basilarmembran aus der Mitte der Schnecke. *a. membrana basilaris*. *b.* Stützzellen derselben. *c.* Basalsaum.

,, Fig. 55. Vergr. $^{200}/_{1}$. Querschnitt durch den zugehörigen Theil des Nervenknorpels. *a.* Zahnzellen des Nervenknorpels. *b.* Nervenepithel. *c.* Basalsaum der Basilarmembran. *d.* Basilarmembran. *e. vasa spiralia*. *f. ganglion cochleare*. *g.* Nervenfasern.

,, Fig. 56. Vergr. $^{300}/_{1}$. Stück der Basilarmembran von der Fläche. *a.* Faser isolirt mit dem Längsfaserzug am Nervenknorpelansatz. *b.* Längsfaserzug. *c.* Querfaserung. *d.* Ueberreste der Bildungszellen der Basilarmembran an der Paukentreppenfläche. *e.* Gefässe.

,, Fig. 57. Vergr. $^{50}/_{1}$. *Membrana Corti* von der dem Epithel aufliegenden Fläche. *a.* Auf der Vereinigung der Schneckenknorpel liegender Theil der Membran. *b.* Transversaler Theil der Leiste. *c.* Zähne der Membran am Nervenknorpel. *d* Längserhebung im *sulcus spiralis* liegend. *e.* Zerfetztes, breites Ende der Membran am Beginne der *lagena*. *f.* Streifen der *membrana Corti*.

,, Fig. 58. Vergr. $^{300}/_{1}$. Stück aus der Mitte der *membrana Corti* von der dem Epithel anliegenden Fläche gesehen. *a.* Maschennetz der den Zahnzellen aufliegenden Zone. *b.* Den Nervenzellen aufliegende Zone mit den Eindrücken. *c.* Den Stützzellen der Basilarmembran aufliegende Zone.

,, Fig. 59. Vergr. $^{200}/_{1}$. Stück eines Querschnitts durch die äussere, der *membrana Reissneri* entsprechende Wand der *lagena*. *a.* Epithelbekleidung.

,, Fig. 60. Vergr. $^{200}/_{1}$. Stück eines Querschnitts durch die Innenwand der *lagena*. *a.* Nervenepithel. *b.* Die am Basalsaum sitzenden Nerven der Zahnzellen. *c.* Nervenbündelchen.

VIII.

Die Morphologie des Gehörorgans der Eidechsen

von

Dr. E. Clason,
Adjunkt der Anatomie in Upsala.

Mit Tafel XVI. XVII.

Angeregt durch Dr. Hasse, unter dessen erfahrener und wohlwollender Leitung ich einige Monate hindurch mir praktisch einige Kenntnisse von den vergleichend anatomischen Verhältnissen des Gehörorgans der Wirbelthiere anzueignen suchte, die durch verschiedene von ihm in den letzten Jahren publicirte Abhandlungen so bedeutend aufgeklärt worden sind, habe ich schliesslich eine Untersuchung des Labyrinthes der Eidechsen vorgenommen. Dass ich diese hauptsächlich auf das morphologische Verhalten beschränkte, dazu nöthigte mich in Folge anderer Angelegenheiten die begrenzte Musse, ich hoffe aber, dass ich bei einer anderen Gelegenheit auf das Histologische zu sprechen kommen kann.

Meine Arbeit könnte beinahe überflüssig erscheinen, da ein so ausgezeichneter Forscher wie der verstorbene Deiters in seiner berühmten Abhandlung [1]) »Ueber das innere Gehörorgan der Amphibien« vor Kurzem eine ziemlich ausführliche Beschreibung der Eidechsenschnecke lieferte. Der Umstand aber, einerseits dass er seine Abhandlung nur auf diesen Theil des Labyrinthes beschränkte, und andererseits seine eigene Aeusserung, dass das von ihm gegebene Bild »vieles schwer Verständliche in sich einschliesst« ermunterte mich dazu. Eine richtige Auffassung musste einmal von der Kenntniss des Verhaltens des g a n z e n Gehörorgans und dann von der Einsicht, welche wir jetzt von der Beschaffenheit desselben bei verwandten Thierklassen besitzen, erleichtert werden.

1) Archiv für Anatomie und Physiologie 1862.

Die Beschreibung von Deiters und die darauf beruhenden Ansichten dürften am Besten im Zusammenhange mit den Resultaten meiner eigenen Untersuchung mitgetheilt werden. Sie werden auf diese Weise sowohl besser verstanden, als in ihrem Werthe besser beurtheilt werden können. Erst im Laufe der Untersuchung und nach Feststellung der wichtigsten Verhältnisse lernte ich ein von Prof. Ibsen in Kopenhagen publicirtes, aber nur in einer geringen Anzahl von Exemplaren gedrucktes und in einem beschränkten Kreise verbreitetes Werk über das Labyrinth, wesentlich der niederen Wirbelthiere, welches vorzugsweise aus Tafeln besteht, kennen. Von ihm selbst nach Präparaten gezeichnet, die sich noch im Kopenhagener Museum befinden, zeigt es eine umfassende vergleichend anatomische Kenntniss dieses Organs, die die seiner Zeitgenossen weit überragt. Leider ist dasselbe von keinem anderen Texte als einer »*explicatio figurarum*« begleitet. Es enthält zwei Serien, von denen die erste »*reddit formam illam labyrinthi membranacei in qua sacculus lapilli* (so nennt Ibsen in Uebereinstimmung mit der älteren Nomenclatur die *lagena*) *infra saccum positus est eorumque in cochleam avium gradatim progressum*« und die zweite »*illas labyrinthi formas, quarum sacculus pone et super saccum positus est.*« In der ersten findet man Abbildungen des Labyrinthes von *Myxine, Petromyzon, Python, Chelonia, Ameiva, Crocodilus* und *Halicetus*, in der anderen von *Siredon*, *Raja*, *Rana*, *Cyclopterus*, *Esox* und *Gadus.* Als Repräsentanten der Säugethiere findet sich ausserdem das häutige Labyrinth von *Phoca*, das knöcherne von *Echidna* und mehrere Figuren des Labyrinthes und der Schnecke des Menschen. Dieses Verzeichniss und die Beschaffenheit der Abbildungen, deren Naturtreue, die freilich nicht bei allen vollkommen ist, sie doch auf gleicher Stufe mit den besten gleichzeitigen stellt und weit die meisten Leistungen der früheren Forscher überragen lässt, können als ein genügender Beweis für die Richtigkeit des eben ausgesprochenen Urtheils dienen. Für diese Abhandlung waren natürlich die beiden Abbildungen der Aussen- und Innenfläche des Labyrinthes von *Ameiva vulgaris* von hauptsächlichem Interesse. Es sind, wie ich finde, noch jetzt die beiden einzigen, durch die man eine in der Hauptsache richtige Vorstellung von dem Labyrinthe der Eidechsen bekommt, obgleich dieselben wegen ihrer Kleinheit, da sie nur einer dreimaligen Vergrösserung entnommen sind, und wegen des Mangels verschiedener Details, nicht vollständig und fehlerfrei erscheinen. Der obere Theil der Schnecke wird als »*pars infima sacci lapilli* (*vestibuli*) *in cochleam quodammodo avium similem progressa*« bezeichnet. Der *recessus utriculi* ist weder in seinen Abbildungen, noch in seiner Erklärung angedeutet. [1])

---

1) Es scheint mir für den deutschen Leser, dem die Broschüre Bergh's: »Oplys-

Die sonstigen vor DEITERS' Untersuchungen bekannt gemachten speciellen Angaben über das Labyrinth der Eidechsen sind nicht besonders zahlreich, und die meisten finden sich unter solchen über das Labyrinth der Reptilien im Allgemeinen. Um eine bessere Uebersicht zu gewinnen, trenne ich die über die Schnecke, von denen über das übrige Labyrinth. Von der ersteren erwähnt STANNIUS,[1]) dass sie bei den Sauriern, den Schlangen und den Crocodilen eine grosse Uebereinstimmung zeigt, dagegen bei den Schildkröten bedeutende Abweichungen darbietet.« Die weichen Umgebungen der Schnecke liegen bei den drei ersten Gruppen in einer nach abwärts gerichteten, doch leicht hinterwärts gekrümmten und am Ende dieser Krümmung kegelförmig abgerundeten, knöchernen Kapsel eingeschlossen. Die Weichtheile selbst haben eine entsprechende Form und gehen unten in einen flaschen- oder retortenförmigen Blindsack aus (*lagena*). Die Axe der Schnecke enthält einen länglichen, zweischenkligen, in der Mitte offenen Knorpelrahmen, dessen Gestalt ihrer Gesammtrichtung entspricht, und der sie in eine innere und äussere Kammer (*scala tympani* und *vestibuli*) trennt. Sowohl eine zwischen den Knorpelschenkeln ausgespannte Membran, als auch die etwas Otolithenbrei enthaltende Flasche dienen zur Ausbreitung des *nervus cochleae*, der ausserdem einen Zweig

---

ninger til Videnskabernes Selskab, Kjøbenhavn 1870« nur schwer zugänglich, von grossem Interesse IBSEN's Resultate in kurzen Zügen kennen zu lernen, und ich füge dieselben hier bei:

1) An dem ringförmigen Labyrinthe der *Myxine* befinden sich zwei Ampullen.

2) Die häutigen Bogengänge aller Wirbelthiere zeigen eine excentrische Lage in den entsprechenden Knochenkanälen an der convexen Seite derselben.

3) Das Ohr der Schlangen, Schildkröten, Crocodile und Vögel zeigt eine vom *sacculus* oder der Schnecke ausgehende, röhrenartige Verlängerung, die sich durch den *aquaeductus vestibuli* zur *dura mater* erstreckt. Er fasst sie als ein Homologon des *recessus labyrinthi* der Plagiostomen auf, und er beobachtete eine ähnliche Bildung bei verschiedenen taubstummen Menschen.

4) Beim menschlichen Embryo geht ein trichterförmiger Fortsatz vom *sacculus* aus und erstreckt sich zu einem kleinen Loche im Umfange des *foramen ovale*. Er betrachtet ihn als ein Ueberbleibsel der früheren Verbindung zwischen dem häutigen Labyrinthe und der Paukenhöhle.

5) Der *aquaeductus cochleae* enthält bei den Seehunden und Walen einen Zweig des *nervus vagus*.

6) Die *lamina spiralis accessoria* besitzt eine eigenthümliche Härte und eine solche mikroskopische Textur, dass man eine Analogie mit dem Steinsacke der Fische annehmen könnte.

7) Die Zweige der *arteria auditiva interna* vereinigen sich bei dem Menschen und den Säugethieren zu einem spiraligen Gefässe, welches in einem eigenen Knochenkanale liegt, und von dem wieder Zweige ausgehen.

1) Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere 2. Auflage 1862.

für den *sacculus rotundus* abgiebt". Unbegreiflicherweise scheint diese Beschreibung DEITERS entgangen zu sein. Wir werden späterhin finden, dass dieselbe in der Hauptsache richtig ist. Dasselbe lässt sich nicht von einer von LEYDIG [1]) gegebenen, bedeutend vergrösserten Abbildung der Schnecke der Eidechse sagen, und natürlich beeinflusst dieselbe die Beschreibung, allein sie ist auch mit einer gewissen Reservation gegeben, damit in irgend einer Weise dem vollständigen Mangel einer solchen detaillirten Abbildung abgeholfen würde, der damals vorhanden war. Nur bei WINDISCHMANN [2]) kommt nämlich zuvor eine kleinere, mehr schematische Abbildung dieses Organs vor, welche, was die Form im grossen Ganzen betrifft, wenn dieselbe auch nicht völlig naturgetreu ist, doch in höherem Grade richtig erscheint, nicht blos als LEYDIG's, sondern auch als DEITERS' Zeichnung. In seiner Beschreibung [3]) vergleicht WINDISCHMANN die Schnecke mit der des Crocodils und giebt an, dass dieselbe aus dem Knorpelrahmen und der *lagena* bestehe, von welcher er richtig angiebt, dass dieselbe »*ratione ceterarum partium multo major et fere sacculo nominanda et multum ultra circulum cartilagineum prominet.*« Die geringe Biegung der knöchernen Schnecke oder, wie er sie weniger gut bezeichnet, des Schneckenkanals, der *fenestra rotunda* sowohl wie der *ovalis* erwähnt er auch. Erstere, die *fenestra rotunda,* lässt er durch eine Membran geschlossen sein, eine Behauptung, welche spätere Forscher in Treu und Glauben angenommen. Er sowohl wie andere haben auch darin Unrecht, dass sie CUVIER die Entdeckung sowohl dieses Loches, als der knöchernen Schnecke bei den Eidechsen zuschreiben. CUVIER [4]) hat freilich eine Beschreibung derselben gegeben, allein vor ihm hat COMPARETTI [5]) eine noch genauere geliefert, und da CUVIER [6]) selbst ihm die Ehre liess, die häutige Schnecke bei den Eidechsen entdeckt zu haben, hat er ihm wohl schwerlich die Entdeckung der knöchernen streitig machen wollen. Hinter der *fenestra ovalis,* sagt *Comparetti,* findet man »*foramen majus oblongum pelliculis clausum*« (die äussere Oeffnung des *recessus scalae tympani*), und innerhalb desselben einen *sinus,* welcher durch eine tiefer gelegene, grössere Oeffnung mit der Schädelhöhle communicirt und durch eine obere an der Seite gelegene, kleinere »*fenestra quaedam rotunda*« mit dem hinteren unteren Theile des *vestibulum* »*ubi cavitas fere conica cochlearis invenitur*«. Die Membran, welche die zuerst erwähnte, äussere Oeffnung schliesst,

1) Lehrbuch der Histologie S. 276.
2) De penitiori auris in amphibiis structura.
3) l. c. p. 42.
4) Ossements fossiles. V. 2. p. 253.
5) Observationes anatomicae de aure interna comparata p. 207. s. s.
6) Leçons d'anatomie comparée, Paris 1805. Tome II. p. 463.

sendet durch die *fenestra rotunda* einen Fortsatz ins *vestibulum*, so dass dieses Loch dadurch »*primo intuitu operiri videtur. Hujusmodi structura praetermitti solet ab auris lacertae scriptoribus*« sagt er von seinen Vorgängern, und was das Fehlen einer *membrana tympani secundaria* betrifft, so kann das auch den späteren Forschern gelten. An Ibsen's spätere Behauptung, dass der *aquaeductus cochleae* bei den Seehunden und den Walen einen Zweig des *nervus vagus* enthält, erinnert gewissermaassen die Aeusserung des Verfassers, dass der *nervus octavi paris* bei den Eidechsen durch das *foramen rotundum processus membranaceos* in den Vorhof hineinschickt, allein sie verliert wohl beinahe alle Wahrscheinlichkeit, da der Hauptstamm dieses Nerven durch einen eigenen Kanal, und nicht, wie der Verfasser angiebt, durch den *canalis jugularis* die Schädelhöhle verlässt. Die knöcherne Schnecke enthält[1]) »*sacculum vel corpusculum nerveo- membranaceum cum corpusculo minore cretaceo*«.

Comparetti ist wahrscheinlich auch der Erste, und, soweit ich gefunden, vor Ibsen zugleich der Einzige, der von dem Labyrinthe der Eidechsen Abbildungen geliefert hat. Diese geben jedoch nur eine ungefähre Vorstellung, welche leider durch deren (druckfehlerreiche?) *explicatio* vollkommen unklar wird. Diese stimmt auch nicht mit der weit richtigeren Beschreibung im Texte. Diese erwähnt die drei Bogengänge, von denen zwei »*ad verticem inclinant*« und sich dort unter einem spitzen Winkel mit einander und darauf mit dem *sacculus* vereinigen. Der dritte ist dagegen mehr horizontal, und geht zur — Schnecke. Alle besitzen sie an ihren Mündungen »*bursulae subrotundae et turgidae*«, zwei vordere, die mit einander vereinigt sind, und eine hintere, alleinstehende, jede mit »*surculi nervei*« versehen. Solche breiten sich auch auf dem »*corpusculum subrotundum et album*« aus, welches den mittelsten und vordersten Theil des *vestibulum* einnimmt und sich aufwärts bis an die Vereinigung der beiden verticalen Bogengänge erstreckt. Der Vorhof ist grösser als bei den Vögeln, geringfügiger als bei den »*amphibiis nantibus*«. Die ganze Abhandlung von Comparetti zeugt von einer eigenen und verhältnissmässig genauen Untersuchung. Dasselbe Urtheil kann, was den Vorhofstheil des Labyrinthes betrifft, schwerlich über seine nächsten Nachfolger gefällt werden. Scarpa[2]) sagt nämlich: »*in crocodilo, lacertis, ranis, bufonibus prorsus eadem est auris structura, ac in testudine*« und der Unterschied betrifft blos die Gehörknochen. Die Aeusserung Windischmann's[3]), »*ubique rem ita inveni qualem Scarpa descripsit*« ist nicht glück-

---

1) l. c. p. XXXI.

2) Anatomicae disquisitiones de auditu et olfactu p. 29.

3) l. c. p. 28.

licher. Erst durch STANNIUS [1]) erfahren wir, dass sämmtliche Amphibien einen *sacculus rotundus*, einen *alveus communis s. utriculus* und die damit communicirenden Bogengänge mit vier Ampullen besitzen. Die letztere Behauptung ist wohl ein Druckfehler, oder beruht auf einer falschen Auffassung des *recessus utriculi* als einer Ampulle.

Was den *nervus acusticus* betrifft, so sind alle Verfasser über die Theilung desselben in zwei Zweige einig, einen *ramus vestibuli*, welcher die Ampullen und den *utriculus* versorgt, und einen *ramus cochleae* für die Schnecke, die *lagena*, und den *sacculus*. Nur IBSEN macht eine Ausnahme, da er den *ramus lagenae* als selbständig aufzufassen scheint.

Zu meinen eigenen Untersuchungen habe ich nur *Lacerta agilis* und einen Schädel von *Lacerta viridis* zur Disposition gehabt und durch Hofrath KÖLLIKER's wohlwollende Unterstützung, der mir auch durch Bücher aus seiner reichhaltigen Bibliothek auf mannigfache Weise half, wofür ich meinen herzlichsten Dank abstatte, ein halberwachsenes Exemplar von *Lacerta ocellata*. Die Präparation ist wegen der Kleinheit des Organs (es misst bei *Lacerta agilis* im Mittel $3^1/_2{}^{mm}$) nicht die leichteste gewesen, forderte stets bewaffnete Augen und musste, was die der Weichtheile betrifft, zum grössten Theile beim Liegen des Präparates in starkem Alkohol vorgenommen werden, worin auch der Kopf des Thieres unmittelbar nach dem Tode eingelegt wurde. Um mit Conservirung der inneren Theile in ihren natürlichen Lagerungsverhältnissen zur Umgebung der Schnecke Schnitte zu erhalten, wurden einige Labyrinthe mit MÜLLER'scher Flüssigkeit behandelt, die mit einigen Tropfen Salzsäure versetzt wurde, und dann nach vollendeter Entkalkung in die von CARPENTER angegebene Gelatin-Glycerinmischung gelegt. Durch die Anwendung dieser Einbettungsmethode wurden auch Durchschnittspräparate von der in Alkohol gehärteten und isolirten Schnecke gewonnen.

Bevor wir nun zu der speciellen Beschreibung des knöchernen Labyrinthes übergehen, dürften wohl, um die Auffassung der Lage und des Verhaltens desselben zu den angränzenden Knochen zu erleichtern, einige Worte über den Schädel der Eidechsen im Ganzen am Platze sein.

Bei den Eidechsen wie bei den Sauriern überhaupt ossificirt, in Uebereinstimmung mit dem Verhalten bei den Amphibien, das Primordialkranium in der Ethmoidal- und Sphenoidalregion nur unvollständig, so dass, was die letztere betrifft, der vordere Theil des *os sphenobasilare* durch Knorpel ersetzt wird, und ebenso die *alisphenoidalia* durch häutige *septa*. Man kann deswegen recht wohl mit STANNIUS [2]) sagen, dass ihr

1) l. c. p. 159.
2) l. c. II. p. 49.

Schädel aus zwei Theilen besteht, einem hinteren, kürzeren, weiteren, vollständig verknöcherten, von den Hinterhauptsknochen, dem *os spheno-basilare* und dem Labyrinthe gebildeten, und einem vorderen, längeren, nach vorne sich verschmälernden, mit Seitenwänden und einer Basis, die aus Weichtheilen bestehen. Die Deckknochen — ein unpaares *os parietale* (Fig. 1 *e*) und paarige *ossa frontalia* (*f*) *praefrontalia* (*g*) und *nasalia* (*h*) — bilden oberhalb der letzteren ein schützendes Dach und wölben sich wie die *ossa postfrontalia* (*i*) hinten über die *fossa temporalis*. Die Seitenwände werden vorne von den *ossa maxillaria* (*k*) umfasst, von welchen der Quadratojugalbogen, aus dem *os jugale* (*l*) und dem *quadratojugale* (*m*) gebildet, sich zuerst unter das *postfrontale* und dann längs dem unteren Rande desselben nach hinten zu einem hauptsächlich von dem *os squamosum* (*d*) gebildeten Seitenfortsatze der hinteren Abtheilung erstreckt. Die untere Fläche wird vorne von den *ossa maxillaria*, den paarigen Pflugscharbeinen und den beiden Gaumenbeinen geschützt, von welchen sich wieder die beiden Flügelknochen (*n*) wie ein unterer Bogen mit bedeutender Divergenz nach hinten erstrecken und sich nach einer gelenkigen Verbindung mit den Seitenfortsätzen des *basisphenoidale* schliesslich mit der medianen Fläche der *ossa quadrata* (*o*) an ihrem unteren Ende vereinigen. In ihrem Aussehen beinahe einer nach hinten gewandten Ohrmuschel ähnlich und unten mit einer transversellen, walzenförmigen Gelenkfläche (*o'*) für den Gelenkkörper des Unterkiefers versehen, sind die letzteren Knochen beweglich mit der vorderen Fläche derselben seitlichen Auswüchse verbunden, zu welchen wir vorhin die *quadrato jugalia* folgten. Von dem vorderen Ende der *pterygoidea* gehen die *ossa transversa* (*p*) wie eine nach vorne gerichtete Verbindungsbrücke zwischen dem Gaumen und dem Quadratojugalbogen zum hinteren Ende der *maxillaria*, und von der Mitte derselben läuft ein langer, schmaler Knochenstab, die *columella* (*q*) im Grunde der *fossa temporalis* gleichsam als eine das *os alisphenoidale* ersetzende Schutzdecke zur unteren Fläche des *parietale*. Mit dem hinteren, mittleren Theile derselben Fläche stösst dieser Knochen an einen dem *occipitale superius* (*c*) angehörenden, aufwärts gewandten Fortsatz (*c'*), mit welchem es durch eine schmale Knorpelscheibe lose verbunden ist. Selbst sendet es zwei nach aussen, hinten und unten gewandte, rückwärtsgebogene Seitenfortsätze aus, welche den hinteren Rand der Schläfenwölbung bilden und zur hinteren Fläche des vorhin genannten Seitenfortsatzes am hinteren Theile des Schädels gehen. Auf seiner oberen Fläche zeigt es ausserdem in der Medianlinie, und etwas dem vorderen Rande genähert ein kleines Loch, die äussere Oeffnung eines durch dasselbe nach unten und hinten führenden Kanals, welcher in den Schädelraum mündet.

Die vordere Abtheilung des Schädels ist auf diese Weise an mehreren

Stellen mit der hinteren vereinigt; durch das *parietale* mit dem aufwärts gerichteten Fortsatze derselben, mittelst desselben Knochens, der *quadrato-jugalia* und der *pterygoidea* unter Vermittlung der *quadrata* mit deren Seitenfortsätzen, mittelst der *pterygoidea* mit dem *basisphenoidale*. Die letztere Verbindung ist ein wirkliches Gelenk, und die übrigen zeigen sich nicht als Synostosen, sondern sind überall durch zwischenliegenden Knorpel oder durch Bindegewebe vermittelt, so dass die beiden Abtheilungen dadurch eine gewiss begrenzte, allein immerhin vollkommen deutliche Beweglichkeit gegen einander erhalten.

Die hintere Abtheilung, die von der vorderen isolirt in ihrer Form im grossen Ganzen an einen Wirbel mit reducirtem Körper erinnert (Fig. 1—4), wird von den zu dem Hinterhauptswirbel gehörenden Knochen, dem Körper des Sphenoidalwirbels (dem ossificirten Theile des *basisphenoidale*), sammt dem Labyrinthe gebildet. Das Letztere liegt hier wie überall so zu sagen zwischen den Bogen der beiden zuletzt genannten Wirbel im *spatium intercrurale* eingeschoben (der vordere wird bei den Eidechsen in Folge des Mangels der *alisphenoidalia* durch eine Membran ersetzt) und theilt das *foramen intervertebrale* in zwei Oeffnungen, eine vordere, *foramen trigemini*, und eine hintere, *foramen jugulare*, welche auf diese Weise zugleich die vordere und hintere Grenze des Gehörorgans anzeigen. Der Occipitalwirbel wird von einem unpaaren *occipitale basilare* (*a*) als Körper, zweien *occipitalia lateralia* (*b*) als Bogen (*neurapophyses*), dem *occipitale superius* (*c*) als Dornfortsatz (*spina neuralis*) und zweien *ossa squamosa* (*d*) als, zum grossen Theil, wenigstens *processus laterales* gebildet. Die vier zuerst genannten Knochen umschliessen gemeinsam das *foramen magnum*, wozu jedoch das *occipitale basilare* wegen seiner Schmalheit hinten nur unbedeutend beiträgt. Mit seinem hinteren, schmalen Rande bildet es nämlich nur den mittleren, unteren Theil des nach hinten ragenden, unpaarigen *condylus occipitalis*, dessen Seitentheile den seitlichen Hinterhauptsknochen angehören. Nach vorne hin nimmt es aber wegen der Divergenz seiner Seitenränder bedeutend an Breite zu, reicht bis zur Mitte der Basis dieser Schädelabtheilung, deren hintere Hälfte es somit ausmacht, und vereinigt sich dort mittelst einer hauptsächlich transversellen, aber in der Mitte ein klein wenig stumpfwinklig vorspringenden Naht mit dem hinteren Rande des *os sphenobasilare* (*e*). Mit diesem zusammen bildet es eine längs der Naht verlaufende *crista*, welche der Mittellinie am nächsten undeutlich, nach aussen auf beiden Seiten an Höhe zunimmt, so dass sie schliesslich ähnlich einem nach unten hin abgerundeten *processus spinosus* (*a'*) (sie ist wohl als eine Schädelhämapophyse aufzufassen) vorspringt. Da wir verschiedentlich darauf zurückkommen werden, so schlagen wir für dieselbe die Benennung *processus sphenooccipitalis* vor. Er ist für uns von um so grösseren Interesse, als er mit seinem oberen,

vorderen Theile die untere Spitze des knöchernen Labyrinthes oder der Schnecke umschliesst. An der unteren Fläche (Fig. 3 *f*) hängt das *occipitale basilare* längs den Seitenrändern mit den *occipitalia lateralia* zusammen; an der oberen cerebralen Fläche (Fig. 7 *f*) ist das Verhalten das gleiche, ausgenommen, was die Ränder am vordersten Theile betrifft, die frei sind und den grössten Theil des hinteren unteren Randes des *foramen jugulare* (*L*) bilden.

An den Seiten und oberhalb des *occipitale basilare* lagern also die seitlichen Hinterhauptsbeine (Fig. 3—5, 7.). Am nächsten der Mittellinie bilden sie die seitlichen Massen des Condyls und umschliessen nachher mit ihrem inneren Rande bogenförmig die untere Hälfte des *foramen magnum*. Nach oben vereinigen sie sich mit dem *occipitale superius*; nach aussen und vorne stossen sie theils an das Labyrinth und an das *os squamosum*, theils bilden sie die hintere, untere Wand eines Kanals oder *recessus* (Fig. 1, 5. *M*), welcher sowohl zur Schädelhöhle durch das *foramen jugulare* (*L*) als durch das *foramen rotundum s. cochleare* (*N*) zur Schnecke führt. Er ist homolog dem *recessus scalae tympani* der Schildkröten und Vögel, und wir geben ihm deswegen denselben Namen. Die freie, nach hinten und etwas nach aussen gewandte Hauptfläche des *occipitale laterale* kann man (Fig. 4) als ein Dreieck auffassen mit einem inneren, oberen und äusseren Winkel. An den inneren heftet sich die *massa lateralis* des Condyls. Vom oberen erhebt sich (Fig. 7. *b'*) eine schmale, dünne und beinahe lanzettförmige Knochenspitze und legt sich mit ihrem unteren Theile dicht an die frontale Ampulle (*B*) des Labyrinths und mit dem oberen an die Innenseite des *occipitale superius*. Von dem äusseren Winkel und nach innen davon von dem vorderen, unteren, von der Pyramide bedeckten Theil des Knochens erstreckt sich (Fig. 3—5 *b''*) eine dünne Lamelle mit schmalem, hinteren äusseren Rande, aber relativ bedeutender Breite längs dem Seitenrande des *basioccipitale* nach unten, vorne, aussen bis zum *processus sphenooccipitalis*, wo sie mit der Labyrinthspitze zusammentrifft. Mit ihrer vorderen, schwach concaven, nach vorne oben, aber zugleich etwas nach aussen gerichteten Fläche bildet diese Lamelle den grössten Theil der hinteren, unteren Wand des *recessus scalae tympani*, zu dessen Begrenzung das *basioccipitale* desshalb nur an dessen innerer Oeffnung, *foramen jugulare*, (Fig. 7 *L*) in bedeutendem Grade beiträgt. Das *occipitale laterale* reicht nämlich nur bis an die obere, hintere Ecke dieser Oeffnung.

Nach Stannius'[1]) Behauptung anlässlich der *sauria kionocrania* und Gegenbaur's[2]) Zeichnungen des Verhaltens bei *Varanus* und *Monitor*

1) l. c. p. 50.
2) l. c. p. 651, 654.

schliesst sich das *occipitale laterale* mittelst eines äusseren, oberen Fortsatzes an die untere, hintere Fläche des *os squamosum.* Bei den Eidechsen ist derselbe ebenfalls vorhanden (Fig. 3, 5*b'''*) allein bedeutend reducirt und durch den nach unten ziehenden frontalen Bogengang (*B'*) beinahe vom übrigen Knochen abgetrennt. Nach unten von diesem Bogengange hängt er aber mit demselben, namentlich mit dem oberen Theile des vorhin geschilderten vorgeschobenen Flügels zusammen. Er bildet theils eine dünne Belegmasse an der oberen, vierseitigen Abtheilung der Aussenwand des Labyrinthes, welche nach hinten von dem frontalen Bogengange, nach vorne von dem *foramen ovale* oder *vestibulare* (*O*) begrenzt wird und nach unten an den *recessus scalae tympani*, nach oben an das *os squamosum* (*d*) stösst, theils giebt er auch eine ähnliche an den unteren, hinteren Rand dieses Knochens. Die Ausdehnung und Grenzen der letzteren lassen sich nicht bestimmen. Die erstere bildet mit ihrem unteren, freien Rande den äussersten Theil des oberen Randes des *recessus scalae tympani*, mit dem anderen erreicht sie nicht vollkommen das *foramen ovale.* Durch das *occipitale laterale* verlaufen aus der Schädelhöhle vier enge Kanäle (Fig. 4, 5, 7). Zwei von ihnen, von denen der eine (*o'*) zwischen der Ampulle und dem oberen Fortsatze des *occipitale laterale*, der andere (*o*) in der Nähe des Condyls gelegen ist, dienen wie bei den Schildkröten, zum Durchtritt des *nervus hypoglossus*, der dritte (*p*) weiter nach vorne und aussen, ungefähr in der Mitte des Knochens gelegene wird vom *nervus vagus* ausgefüllt, und nach vorne davon entdeckt man bei näherer Untersuchung noch einen vierten (*q*) für den *nervus glossopharyngeus.*

Mittelst des unpaarigen *os occipitale superius* (Fig. 1, 2, 4 *c*) wird der Occipitalwirbel oben geschlossen. Es besteht aus zwei Seitentheilen, welche sich von den *occipitalia lateralia* längs den hinteren Rändern des Labyrinthes aufwärts erstrecken und aus einem mittleren Theile, der durch ihre obere Vereinigung zu Stande kommt, und welcher zwischen den oberen, medialen Rändern der beiden Labyrinthe eine Brücke bildet und auf diese Weise zugleich als Dach des Schädelraums dient. Von den Seitentheilen erstrecken sich nach hinten zwei dünne, schmale Leisten (*c'''*) welche mit scharfem Rande die obere Hälfte des *foramen magnum* begrenzen. Von der oberen Fläche des mittleren Theils erhebt sich ein aufwärts und etwas vorwärts gewandter *processus spinosus* (*c'*), welcher, wie wir bereits wissen, an seinem oberen Ende mit dem *parietale* durch einen Knorpel vereinigt ist. Von dessen Seitenflächen gehen am vorderen Rande zwei zum Muskelansatz dienende Leisten (Fig. 2, 4 *c''*) aus, auf jeder Seite eine, welche auf die obere Labyrinthfläche verlaufen und hier mit ähnlichen zusammentreffen, welche vom *os squamosum* herkommen.

Dieser Knochen, das *os squamosum* (Fig. 1—5 *d*), bildet bei den Eidechsen beinahe ausschliesslich, nur unter Beihülfe jenes oben beschriebenen,

kleinen Fortsatzes des *occipitale laterale*, den zur Befestigung des *os quadratum* bestimmten, bedeutenden Seitenvorsprung. Es beginnt mit breiter Basis von der hinteren Hälfte des äusseren Randes der Labyrinthpyramide, aber verschmälert sich nach aussen allmählich auf Kosten seines vorderen Theils und erhält auf diese Weise eine dreieckige Form mit hinterem, transversalem und vorderem, von vorne nach hinten aussen gerichtetem Rande. Der Basis am nächsten besitzt es drei Flächen, eine untere, eine obere hintere und eine obere vordere, welche letzteren durch die früher erwähnte Leiste geschieden werden. Es verliert aber während seiner Verschmälerung allmählig die zuerst genannte, so dass sein äusserster Theil einen von vorn nach hinten abgeplatteten, gerade nach aussen gerichteten, ziemlich hohen Fortsatz bildet. Am weitesten nach aussen bildet die *crista* einen kleinen, emporragenden Knochenvorsprung (Fig. 4), der an der Vorderseite vom *quadratojugale* (Fig. 1) und an der Hinterseite vom *os parietale* umschlossen ist. Unterhalb des ersteren ist das *os quadratum* an der Vorderfläche befestigt.

Zu der hinteren Schädelabtheilung und zu den mit dem Labyrinthe vereinigten Knochen gehört noch das *os sphenobasilare* (Fig. 3—5, 7 *e*.) Seine hintere Grenze und die Vereinigung desselben mit dem *occipitale basilare* haben wir schon kennen gelernt. Nach vorne davon besitzt es an der Schädelbasis eine ebene, relativ schmale, längliche, mittlere Fläche, an deren Seitenrändern zwei platte, flügelförmige Fortsätze (*e'*) ihren Ursprung nehmen, deren vordere, äussere mit Knorpel bekleidete Ränder mit den *ossa pterygoidea* articuliren. Denken wir uns diese Fortsätze wegpräparirt, so finden wir die ebene, mittlere Fläche an den Seiten abgerundet in nach aussen und unten sehende Seitenflächen übergehen, die mit dem Labyrinth zusammenhängen. Vorne wird der Knochen in der Mitte zu einer Art *corpus* verdickt, dessen obere, gegen die Schädelhöhle gewandte Lamelle wie ein *clivus* nach hinten abfällt. Nach vorne läuft diese Lamelle in zwei Spitzen aus (Fig. 2). Gleich nach aussen von diesen finden wir das vordere Ende der Naht zwischen *basisphenoidale* und dem Labyrinth (Fig. 5, 7 *g*). Sie läuft von hier über die Seitenfläche schief nach hinten und etwas nach unten zum oberen vorderen Theile des *processus sphenooccipitalis*.

Hat man aus dieser Umgebung das knöcherne Labyrinth herauspräparirt und von den eigenen Fortsätzen befreit, so kann man im Anschlusse an das Bild, welches Hasse der Auffassung zu Grunde gelegt hat, und dessen Giltigkeit er für die meisten Wirbelthiere nachgewiesen, mit Bezug auf die äussere Form auch bei den Eidechsen sagen, dass dasselbe einer vierseitigen Pyramide mit schräg abgestutzter, aufwärts gekehrter Basis und abwärts gerichteter Spitze ähnelt, welch letztere von der Schnecke gebildet wird, und welche sich bis ins Niveau der Gehirnfläche der *basis cranii* erstreckt. Am deutlichsten tritt diese Aehnlichkeit bei der Be-

trachtung des Labyrinthes von vorn und hinten (Fig. 4) namentlich an Durchschnittspräparaten (Fig. 13, 14), hervor. Aber auch bei der Betrachtung von aussen (Fig. 6) oder innen (Fig. 8) lässt sich dieselbe wiedererkennen, wenn man sich nur erinnert, dass im ersteren Falle hauptsächlich die Basis (*P*) und die äussere Seite (*Q*) nur in Verkürzung, und im letzteren die innere (*S*) und vordere (*R*) Seite, sammt dem oberen Theile der hinteren (*T*) zum Vorschein kommen. Die vierseitige Basalfläche (Fig. 2, 4, 6 *P*) kehrt aufwärts und nach aussen. Von den vier dreieckigen Seitenwänden sieht die an dem äusseren Rande der Basalfläche anliegende (Fig. 3—6 *Q*), welche wegen der schrägen Stellung der Pyramide beträchtlich kürzer als die übrigen ist, nach aussen und unten; die zweite, welche von dem vorderen Rande der Basalfläche ausgeht, (Fig. 7, 8 *R*), nach innen und vorne, und zwar ersteres mehr als letzteres; die hinter dieser folgende dritte (Fig. 7, 8 *S*), welche schmäler als die übrigen ist, nach innen, und schliesslich die nach hinten von dieser am hinteren Rande der Basalfläche mit derselben vereinigte vierte (Fig. 4, 8 *T*) mit ihrem oberen, grösseren Theile nach innen und hinten, und zwar nach innen weniger als die zweite, mit dem unteren kleineren Theile nach hinten und etwas nach unten. Wir bezeichnen sie der Kürze halber im Folgenden als obere, äussere, vordere, innere und hintere Wand, natürlich mit dem Bemerken, dass keine von diesen Benennungen vollkommen den wirklichen Verhältnissen entspricht. Die Basis und die äussere Seite gehören der Schädelaussenfläche an. Erstere geht in die Bildung des Bodens der *fossa temporalis* ein, letztere bildet zum Theil die mediane Wand des *cavum tympani*. Die übrigen sehen gegen die Schädelhöhle, mit Ausnahme des unteren Theils der hinteren Fläche, die der Schnecke angehört, welche nämlich die vordere obere Wand des *recessus scalae tympani* bildet. Regelmässig ist die Pyramide keineswegs, weniger sogar vielleicht als bei anderen Wirbelthieren wegen des bedeutenden Hervorragens der vorderen Partie nach vorne und der Beschaffenheit der inneren Fläche, welche kaum mehr als einen abgerundeten Vorsprung zwischen der benachbarten vorderen und hinteren Wand ausmacht.

Geht man, um das gesammte Lagenverhältniss der Pyramide zu bestimmen, von der Stellung aus, welche der mit dem Unterkiefer versehene, frei aufliegende Schädel einnimmt, und bezeichnet man als Hauptaxe eine Linie von der Mitte der Basalfläche zur Schneckenspitze, so findet man (Fig. 4, 6), dass dieselbe senkrecht steht, oder mit dem unteren Ende ein klein wenig nach hinten abweicht. Mit Bezug auf die Sagittalebene (Fig. 9) nähert sich die Pyramide von vorn nach hinten ein wenig der Mittellinie. Das Labyrinth der Eidechse bildet demnach einen Uebergang von den Fischen, deren Hauptaxe von oben vorne nach unten hinten geht, zu den

Schildkröten, deren Axe nach Hasse's Untersuchungen dieselbe Richtung von oben hinten nach unten vorne hat, welche in Folge der Entwickelung des Gehirns, gleichzeitig mit der Abweichung aus der Sagittalebene nach aussen, bei den höheren Thieren immer mehr zunimmt. Hiermit stimmt auch die Lage und das Verhalten der Schneckenspitze zu den angrenzenden Knochen. Wir haben schon erwähnt, dass dieselbe auf oder in dem oberen vorderen Theile des *processus sphenooccipitalis* liegt, der ja vom *occipitale basilare* und dem *sphenobasilare* gemeinschaftlich gebildet wird. Sie steht somit an der Grenze dieser beiden Knochen und wird zur Hälfte von beiden umschlossen, während sie bei den Fröschen einem vor dem *occipitale basilare* gelagerten Theile des knorpligen Primordialkraniums aufruht, der als solcher persistirt und nur einen Belegknochen (*parasphenoidale*) besitzt, während dann als weitere Stufe der Entwickelung bei den Eidechsen in diesem Theile Verknöcherungen auftreten. Bei den Schildkröten zeigt sich die Schneckenspitze freilich noch an einem unverknöcherten Reste des Primordialkranium, allein sie hält sich doch mehr an den Bereich des *sphenobasilare*, wie bei den höchsten Wirbelthieren, als an den des *occipitale basilare*.

Allein noch in einer dritten Beziehung zeigt das Labyrinth der Eidechsen eine niedrigere Stufe der Entwicklung als bei den Schildkröten, ja trotz seiner höheren Differenzirung in den meisten anderen Beziehungen eine niedrigere als bei den Batrachiern. Es ist nämlich wie das Gehäuse der Teleostier aus drei deutlich getrennten Knochen zusammengesetzt. Ausser einem *opistoticum* und einem *prooticum* findet sich noch ein selbständiges *epoticum*. Auf der oberen Fläche zeigen sich ganz deutlich Nähte, durch welche die drei Knochen, jedoch immer unter Vermittlung einer dünnen, nur mit dem Mikroskop zu entdeckenden Knorpelscheibe, mit einander vereinigt sind. Sie bilden dort (Fig 2, 6) zusammen ein Y, dessen drei Schenkeln von dem mittleren Theile der drei längeren Seitenränder unter rechtem Winkel ausgehen, und dessen längerer Fuss (*h*) die Grenze zwischen *epoticum* und *prooticum* bildet. Die nach aussen und unten verlaufende Naht zwischen dem zuletzt erwähnten Knochen und dem *opistoticum* (Fig. 6 *k*) sieht man sich gerade wie bei den Schildkröten auf der Aussenwand bis zum *foramen ovale* (*O*), dessen oberer Rand dadurch in zwei Hälften getheilt wird, fortsetzen, dann fängt sie am unteren Rande dieser Oeffnung wieder an, und erstreckt sich von da bis zur Schneckenspitze. Auch an der von der vorderen, inneren und hinteren Fläche gemeinsam gebildeten Schädelwand des Labyrinths kann man, wenn auch mit mehr Mühe, gerade wie bei den Schildkröten und Batrachiern, diese Nähte unterscheiden. Sie bilden auch dort (Fig. 8) ein dreischenkliges Kreuz, dessen einer Schenkel, *sutura pro-*

opistotica (*k*) von der Spitze der Schnecke senkrecht nach oben geht, um sich am unteren Rande einer länglich runden Erhöhung (B''), von der wir finden werden, dass dieselbe der Ursprungskanal der frontalen Ampulle im Innern entspricht, mit den zwei anderen Schenkeln, welche schräg über die vordere und hintere Fläche nach unten als *sutura epi-prootica* (*h*) und *epi-opistotica* (*i*) verlaufen, zu vereinigen. Bei der Beschreibung dieser Nähte haben wir somit auch den Antheil angegeben, welcher jedem der drei Knochen an der Bildung des Labyrinthes zukommt. Wie schon der Name andeutet, nimmt das *prooticum*, welches grösser als die beiden anderen ist, den vorderen, das *epoticum* den oberen und das *opistoticum* gerade wie bei den Fischen den hinteren Theil desselben ein. Ausserdem setzen das erste und letzte, wie überall bei den höheren Wirbelthieren, die Schnecke zusammen. Das *prooticum* hängt, was die benachbarten Knochen betrifft, mit dem *sphenobasilare*, das *epoticum* mit dem *occipitale superius*, und das *opistoticum* nach oben mit diesem Knochen und dem *occipitale laterale* und unten an der Schneckenspitze mit dem *occipitale basilare* zusammen. Dazwischen ist es frei und bildet die vordere Wand des *recessus scalae tympani*, wie bei den höheren Wirbelthieren.

Gegenbaur, der einzige, bei dem ich in dieser Beziehung eine bestimmte Angabe finden konnte, behauptet[1]), dass bei allen Reptilien das *prooticum* unmittelbar an das *occipitale laterale* stösst, mit welchem das *opistoticum* verschmilzt, und dass das *epoticum* niemals bei ihnen persistirt. Was die Eidechsen betrifft, so kann ich in Folge des vorhin Auseinandergesetzten diese seine Ansicht nicht theilen. Da nach Hasse's Untersuchungen den Schildkröten das *epoticum* fehlt und *Rana* nur in einem inconstanten Verknöcherungspunkte des Verbindungsknorpels zwischen *occipitale laterale*, *pro-* und *opistoticum* eine Andeutung davon besitzt, welcher Befund mit Gegenraur's[2]) Behauptung übereinstimmt, dass zuweilen bei den Amphibien eine Spur desselben vorkommt, so zeigen demnach die Eidechsen in ihrem selbständigen *epoticum* gleichsam einen Rückschlag auf die Teleostier. Es scheint das mit Bezug auf die Amphibien wunderbar, da deren häutiges Gehörorgan, wie wir finden werden, einen niederern Entwicklungsgrad besitzt, als bei den Eidechsen, allein wir wissen ja, dass zuweilen ein bei niederen Klassen in voller Entwicklung vorhandener Theil in der folgenden gleichsam latent sein kann, um in der dann folgenden wieder in voller Ausdehnung sich zu entfalten und darauf vielleicht gänzlich zu verschwinden.

Wenden wir uns nun wiederum, um eine nähere Kenntniss von der Form der Labyrinthpyramide und dem Aussehen derselben zu gewinnen,

1) l. c. p. 650.
2) l. c. p. 646.

zu einer näheren Betrachtung der Flächen derselben und sehen wir zunächst ihre Form und Begränzung an, so finden wir die nach oben und aussen gerichtete, und somit allmählig vom inneren bis zum äusseren Rande abfallende obere oder Basalfläche (Fig. 2, 4 auf der rechten Seite, 6, *P*) von vier Rändern, einem inneren, höher gelegenen, einem äussern, tiefer liegenden, einem vorderen und einem hinteren begrenzt. Der innere Rand ist horizontal und verläuft in der Sagittalebene; der äussere besitzt wesentlich dieselbe Richtung, aber ist zugleich nach aussen bedeutend convex. Die vordere und hintere verlaufen beide stark divergirend und mit nach aussen und vorne, resp. nach aussen und hinten gerichteter Convexität von oben innen nach unten aussen. Der innere Rand ist im Verhältniss zu den anderen so kurz, dass die ganze Fläche beinahe dreieckig genannt werden kann, mit einem oberen inneren, vom inneren Rande abgestutzten, einem vorderen und einem hinteren Winkel, letztere beide abgerundet, allein der vordere mehr hervorragend und spitziger als der hintere. Von den drei längeren Seitenwänden sind der vordere und der äussere ungefähr gleich lang, der hintere nicht unbedeutend kürzer.

Die vier Seitenwände besitzen natürlich eine mehr oder minder regelmässige, dreiseitige Form, und dabei jede einen mit der Basisfläche und zwei mit den benachbarten gemeinsame Ränder. Was die äussere (*Q*) und vordere Wand (*R*) betrifft, so wird doch der basale Rand, der obere der beiden, durch den vorderen, hervorragenden Theil des *prooticum*, (Fig. 3, 5, 7) welcher den Zwischenraum zwischen der vorderen Schneckenwand und dem *basisphenoidale* ausfüllt und zugleich nach unten das *foramen trigemini* begrenzt, verlängert. An dessen oberem, vor dem vorderen Labyrinthwinkel befindlichen, freien Rande begegnen sich auf diese Weise die oberen Kanten der äusseren und vorderen Fläche und gewinnen dadurch eine bis zur Naht zwischen *prooticum* und *spheno-basilare* reichende Verlängerung. Von dieser Naht werden natürlich später die unteren vorderen Ränder der beiden gebildet. Nach hinten hin, an dem abgerundeten, nach vorne aufwärts convexen, vorderen Rande des *recessus scalae tympani* (*M*) treffen dagegen die äussere und hintere (*T*) Wand zusammen, stossen nach unten davon an der Schneckenspitze auf das *occipitale basilare* und den vorderen Flügel des seitlichen Hinterhauptbeins, und nach oben davon mittelst des unteren Theils des frontalen Bogengangs (*B'*) an den Körper desselben Knochens. Gegen die innere Fläche (Fig. 7, 8 *S*) wird die vordere, was den oberen Theil betrifft, durch eine vom vorderen Rande des *occipitale superius* verlaufende Leiste (*l*) abgegränzt, welche aber in ihrem weiteren Verlaufe zur vorderen Pyramidenecke ausschliesslich der letzteren Fläche angehört. Was den unteren Theil dieser Wände betrifft, so fehlt zwischen ihnen eine natürliche Grenze. Sie würde so willkürlich sein, dass wir lieber die Bestimmung

derselben unterlassen wollen. Auch zwischen der inneren und hinteren Wand ist die Grenze in der Mitte undeutlich. Nach oben wird dieselbe vom hinteren Rande eines gewölbten, längs dem oberen Theile der inneren Fläche herunter verlaufenden Vorsprungs (*AB*) angegeben, nach unten an der Schnecke bildet sie den vorderen Rand des *foramen jugulare* (L).

In Folge der schrägen Lage der Basalfläche ist die äussere Fläche bedeutend niedriger, als die übrigen. Die vordere und hintere haben aus demselben Grunde das Gemeinsame, dass ihre äusseren Ränder kürzer sind als die, mit welchen sie an die Innenwand stossen. In besonders hohem Grade gilt das für die hintere. An der vorderen wird wegen des stärkeren Vorspringens des vorderen Pyramidenwinkels und der Verlängerung des Randes durch den Fortsatz des *prooticum* der Unterschied minder deutlich. Die innere Wand ist wiederum in Folge der Beschaffenheit der Basalfläche besonders schmal und beinahe nur ein abgerundeter Vorsprung, welcher in der Mitte etwas breiter und flacher erscheint, aber sich darauf wieder verschmälert und zwischen den beiden anderen zur Schneckenspitze verläuft.

Die Basalfläche ist sowohl von innen nach aussen, als von hinten nach vorne gleichmässig convex abgerundet oder gewölbt. Die höchste Stelle der Wölbung befindet sich in der Mitte. Die äussere Wand kann man als von oben nach unten concav ausgehöhlt betrachten. Der obere Theil derselben kehrt nämlich mehr nach unten, als nach aussen, der untere dagegen mehr nach aussen als nach unten, der letztere ist ausserdem hinten, wo er die äussere Wand der Schnecke bildet, sowohl von oben nach unten, als von vorn nach hinten convex. Von den gegen die Schädelhöhle gerichteten Wänden ist die innere auch in dieser Beziehung sehr unregelmässig, wie eine Profilansicht derselben (Fig. 4) am besten zeigt. Der obere Theil derselben, der nicht ganz die Hälfte bildet, steht beinahe senkrecht, ja neigt sich zuweilen ein wenig nach innen, darauf folgt ein nach innen unten sehender, und schliesslich ein unterer wieder beinahe senkrecht sehender Theil, womit sie auch innen die Schnecke begrenzt. Die Uebergänge erscheinen abgerundet. Der obere ist nach innen unten, der untere nach aussen oben convex. Wir finden somit, dass der obere vom inneren Basal- zum oberen Schneckenrande sich erstreckende Theil des Labyrinthes mit seiner medialen Wand eine Einbiegung bildet gegen die Schädelhöhle, welche deswegen eine eigenthümliche Form bekommt. Am breitesten an der Basis, verschmälert sie sich allmählig nach oben und bildet zwischen den oberen zusamgedrängten Hälften des Labyrinthes nur eine schmale, sagittale Rinne.[1])

1) Es ist nothwendig, bei der Beurtheilung der Zeichnungen, die wir sowohl von der membranösen, als der knöchernen Innenwand gegeben, sich die unregelmässige

Der obere, nach innen abgegränzte Theil der Vorderwand wird von einer zwischen dem Basalrande und der Grenzleiste (*l*) belegenen, ziemlich bedeutenden, länglichen Vertiefung eingenommen, welche, da der sagittale Bogengang (*A'*) längs dem vorhin erwähnten Rande verläuft, wohl als eine Andeutung der tiefen Grube angesehen werden kann, welche sich bei den Vögeln, einigen Säugethieren und deren Embryonen unter demselben Bogengange befindet. Diese Fläche geht an dem unteren, von einer Seite zur andern etwas gewölbten Schneckentheile mit einer schwachen Einbiegung nach oben aussen über. Auch der obere, gegen die Schädelhöhle gewandte Theil der hinteren Fläche, dessen unterer Schneckentheil dagegen in derselben Richtung und auch von oben nach unten ein wenig concav ausgehöhlt erscheint, zeigt sich von einer Seite zur anderen gewölbt.

Analog dem Verhalten bei den Fröschen und Schildkröten treten auch bei den Eidechsen an der Aussenwand des Labyrinthes Andeutungen der Ampullen und der zugehörigen Bogengänge auf. Sie lassen sich doch nicht wie bei den höheren Wirbelthieren als selbständige Bildungen frei präpariren. Erstere zeigen sich als kleine, mehr oder weniger gewölbte „*bursulae*“, letztere als schmale, wenig erhabene, abgerundete Kämme, beide, abweichend von der Farbe des übrigen Knochens, bläulich-weiss, knorpelähnlich aussehend. So finden wir an dem vorderen Vorsprunge des Labyrinthes eine im Wesentlichen ovale Ausweitung (Fig. 5, 6 *A*), deren Längsaxe vom unteren Ende an gerechnet nach oben, hinten und innen gerichtet ist, und welche das Gehäuse für die sagittale Ampulle bildet. Ihre untere Hälfte schiebt sich ein wenig unter den äusseren Rand, mit ihrer oberen stösst sie nach hinten aussen an eine ähnliche, aber nach innen gewandte und mehr kolbenförmige Erweiterung (*C*) und wird zum Theil von ihr bedeckt. Diese umschliesst die horizontale Ampulle, und ihre Längsaxe liegt horizontal und in der Sagittalebene. An den hinteren Winkel des Labyrinthes mit ihrem unteren Ende stossend, allein vollständig der Hinterwand angehörig und auf diese Weise von aussen nicht sichtbar, liegt die frontale Ampulle (Fig. 4, 7, 8 *B*) mit ihrer Längsaxe, auch vom unteren Ende an gerechnet, nach oben, innen und vorne. Was ihre Form und Grösse betrifft, so ähnelt sie der sagittalen, ist jedoch weniger frei und nach oben gerichtet, dagegen aber, in Uebereinstimmung mit der Wand, mehr als diese nach innen gewandt.

Von den unteren Enden dieser zuletzt genannten Ampullen gehen, von jeder einer, zwei Bogengangvorsprünge aus, welche dann unmittelbar

Gestalt dieser Wand zu vergegenwärtigen. Sie mussten immer einiges in der Verkürzung zeigen, und eine unbedeutende Lageveränderung giebt dem Präparate ein beträchtlich verändertes Aussehen.

nach oben, innen und hinten, resp. vorne, umbiegen und längs dem vorderen und hinteren Rande der Basalfläche mit einer beständig nach aussen oben gerichteten Convexität und parallel den Längsaxen der zugehörigen Ampullen zum inneren Rande verlaufen. Der vordere Kamm bildet die obere Wand des sagittalen Bogengangs (Fig. 2, 6 *A'*), der hintere die des frontalen (*B'*), wie wir diese mit Beibehaltung der gewöhnlichen Nomenclatur bezeichnen wollen, obgleich diese Benennung wie bei den übrigen Wirbelthieren, so auch bei den Eidechsen der Richtung derselben nicht entspricht. Beide weichen ähnlich wie bei den Fröschen, Schildkröten und Fischen unter einem Winkel von beinahe 45⁰ aus der Ebene, von der sie ihren Namen erhalten haben. Was den sagittalen Kanal betrifft, so ist indess die Abweichung nur am hinteren Theile so beträchtlich. Derselbe ist nämlich, wie so oft, ein wenig S-förmig gekrümmt mit einer vorderen, nach aussen, vorne und oben, und einer hinteren nach aussen hinten gerichteten Convexität und nähert sich im Zusammenhange damit mit dem vorderen Theile mehr der Sagittalebene. In Uebereinstimmung mit den Rändern, welche sie begleiten, ist der sagittale Bogengang wie bei den Fischen und Vögeln länger, als der frontale, bildet aber einen etwas flacheren Bogen als dieser, welcher sich ausserdem nach seinem Ursprunge ein wenig nach unten unter den äusseren Rand der Basalfläche (Fig. 4, 5, 8) schiebt, und desshalb so zu sagen, mit seinem untersten Theile der äusseren Wand angehört. In Folge davon und in Folge der stärkeren Krümmung, die er macht, liegt auch der frontale Kanal während seines weiteren Verlaufes relativ weit von seiner Ampulle entfernt, während der sagittale sich gleich nach seiner Umbiegung mit seinem concaven Rande dicht an den äusseren, oberen, convexen der gleichnamigen Ampulle legt. Am inneren Rande der Basalfläche, welcher beinahe ausschliesslich von den nur durch eine schmale Knochenspitze getrennten Vorsprüngen der genannten Bogengänge gebildet wird, gehen dieselben mit einer gerade nach unten gehenden Biegung und einer unmittelbar darauffolgenden Vereinigung auf die Innenwand über. Dort bilden sie zusammen einen ähnlichen, aber breiteren Kamm (Fig. 7, 8 *AB*), welcher die hintere Hälfte des oberen, senkrechten Theils dieser Wand einnimmt, und der an deren unteren Ende sich aufs Neue in zwei Kämme theilt, welche über die vordere und hintere Wand nach unten und vorne, resp. hinten, und zugleich in Folge der Richtung der Flächen etwas nach aussen, der eine gegen den vorderen, der andere gegen den hinteren Winkel des Labyrinths, verlaufen. Der vordere (*D*), dem im Inneren der *utriculus* entspricht, schliesst vorne mit einer kolbenförmigen Erweiterung, dem *recessus utriculi* (*D'*), ab, welcher nur durch eine schmale Knochenleiste von der ebenfalls an dieser Wand, wenn auch im geringeren Masse als an der oberen, sichtbaren, sagittalen Ampulle (*A*) getrennt wird.

Der hintere (B''), welcher vom Ursprungskanale der frontalen Ampulle herrührt, ist breiter, kürzer, und etwas steiler als der vordere und vereinigt sich schon in der Mitte der hinteren Fläche mit dem oberen Ende dieser Ampulle (B).

Aber auch der äussere Rand der Basalfläche wird von einem deutlichen Kamme begleitet (Fig. 2, 3 C'). Er giebt die Lage des dritten oder horizontalen Bogenganges an, dessen Richtung dagegen, soweit es dessen lateralen Theil betrifft, vollkommen der Benennung entspricht. [1]) Mit einer schwachen Einbiegung der äusseren Wand geht derselbe vom Hinterende der gleichnamigen Ampulle aus und läuft darauf mit einer beträchtlichen, nach aussen gewandten Krümmung zur hinteren Ecke des Labyrinthes. Dort biegt er sich, so dicht dem frontalen Bogengange anliegend, dass die Vorsprünge auf der Fläche zusammenstossen, und mit diesem unter gleichmässiger (Fig. 9), aber jetzt nach hinten gerichteter Krümmung sich kreuzend um, und läuft dann nach vorne, aber zugleich etwas aufwärts. Er verschwindet dabei auf eine Strecke, die der Breite des frontalen Ganges entspricht, von der Oberfläche, kommt jedoch, aber schmäler und undeutlicher gerade gegenüber der Kreuzungsstelle auf der hinteren Fläche (Fig. 4, 8 C'') wieder zum Vorschein und läuft nun oberhalb der frontalen Ampulle (B) nach oben und vorne zum unteren Theile des senkrechten, mittleren Kammes, an dessen hinteren Rande er wieder verschwindet.

Längs dem oberen Rande der gegen die Schädelhöhle hin sehenden Schneckenfläche, welche der vorderen und inneren, aber hauptsächlich der ersteren Wand angehört, schimmert auch wegen der Dünnheit des Knochens, aber ohne äusserliche Erhebung, ein schmaler Kanal (Fig. 7, 8 G) mit transversellem Verlaufe durch. Am hinteren Rande biegt er nach unten und scheint ins *foramen rotundum* (N) überzugehen. Das Hervortreten desselben an der Oberfläche ist ein besonders glücklicher Umstand, da er von vorne herein die Aufmerksamkeit des Präparirenden auf die interessante, aber leicht zerstörbare Bildung, die er enthält, lenkt.

Unsere bisherige Beschreibung der Pyramide galt dem von den umgebenden Knochen und den eigenen Fortsätzen befreiten Labyrinthe. Nicht präparirt besitzt dasselbe ein anderes Aussehen (linke Seite der Fig. 2, 3 u. 4, Fig. 5, 7). Der innere Rand der Basalfläche und der benachbarte Theil der Innenwand wird dann, obgleich in unbedeutender Ausdehnung, vom *occipitale superius* bedeckt, dessen *crista* (c'') wiederum nach unten auf die Basalfläche verläuft und, unter Ueberkreuzung, einen kleinen Theil des sagittalen Bogengangs unsichtbar macht. Der obere, gegen die Schädelhöhle gerichtete Theil der hinteren Fläche erhält an dessen äusserer Hälfte eine dicke Belegmasse von demselben Knochen, welcher sowohl den

1) Auf der Fig. 4 u. 6 scheint er ein klein wenig nach aufwärts convex zu sein, eine Folge der Lage des gezeichneten Präparates.

medialen Theil des horizontalen Bogengangs als die hintere, dieser Fläche angehörende Wand des frontalen, vollständig bedeckt. Nach unten legt sich auch der obere, spitze Fortsatz (b') des *occipitale laterale* an den unteren Theil der frontalen Ampulle und deckt diese. Dasselbe geschieht auch von Seiten des Körpers dieses Knochens mit der unteren Ecke dieser Ampulle und des zugehörigen Bogengangs, gleichwie derselbe nach unten, wenn auch nicht vollständig, den Schneckentheil der hinteren Fläche mit dem *foramen rotundum* verdeckt. Die Hauptrolle als deckender Knochen spielt aber gerade wie bei anderen Thieren das *os squamosum*. Es umschliesst die hintere Hälfte des lateralen Theils des horizontalen Bogengangs sowohl oben, aussen, als unten und erstreckt sich ausserdem, nur allmählig sich verschmälernd und verlierend, an der äusseren Hälfte der Basalfläche bis zu deren Mitte empor. Unten aussen vergrössert dagegen seine untere, ausgehöhlte Fläche den oberen, mehr horizontalen Theil der Aussenwand beträchtlich. Der ganze vordere Rand der Basalfläche wird schliesslich von einem breiten, schalenförmigen, nach aussen convexen, oft nur unvollständig verknöcherten Fortsatz in Anspruch genommen (Fig. 2, 5, 7 *m*), der nach vorne gewandt, gleichsam dazu beiträgt das *os sphenoidale* zu ersetzen und desshalb *processus sphenoidalis* genannt werden kann. An seinem vorderen Rande ist er durch Bindegewebe mit der *columella* innig vereinigt; mit dem unteren trägt er, gerade wie bei den Batrachiern, dazu bei, das *foramen trigemini* zu begrenzen. Am Ursprunge deckt er die vordere Wand des sagittalen Bogengangs, jedoch nur vollständig am oberen Theile des Basalrandes der vorderen Fläche. Darunter schimmert der Bogengang auch auf dieser Seite durch. Analog dem gewöhnlichen Verhalten tritt also der sagittale Bogengang am deutlichsten an der Oberfläche hervor, dann folgt der frontale, während dagegen der horizontale beinahe vollkommen verdeckt ist.

Von den gewöhnlichen, ins Innere des Labyrinthes führenden Oeffnungen besitzen die vier Seitenwände der Pyramide je eine. An der äusseren, die dem *cavum tympani* zugekehrt ist, müssen wir natürlich das *foramen ovale s. vestibulare* (O) suchen. Wir finden es auch dort, oberhalb und vor der ovalen Oeffnung des *recessus scalae tympani*, die von demselben nur durch die äussere Kante einer zur Hinterwand der Schnecke gehörenden Knochenlamelle getrennt ist, welche dasselbe zugleich vom *foramen rotundum s. cochleare* (N) scheidet. Es besitzt eine relativ bedeutende Grösse (»*non tam parva est, ut dicitur*«, sagt schon Comparetti) und ist, dem Namen gemäss, regelmässig oval mit horizontaler Längs- und von oben aussen, nach unten innen gerichteter Queraxe. Der untere Rand und die seitlichen, welche von der vorzugsweise senkrechten Seitenwand der Schnecke gebildet werden, springen gegen das Lumen der Oeffnung vor, sind wulstig abgerundet und zeigen die Andeutung eines an denselben

sich haltenden flachen und schmalen *sulcus*. Der obere Rand macht dagegen den inneren Rand der unteren, concaven, Fläche des *squamosum*, oder noch genauer des mit diesem Knochen verbundenen Theils des *pro*- und *opistoticum* aus, ist desshalb gegen das *vestibulum* gerichtet und tritt in Folge davon nicht immer, z. B. bei der Betrachtung von unten (Fig. 3), scharf hervor.

Verborgen im *recessus scalae tympani* liegt dagegen das an dem unteren oder Schneckentheile der Hinterwand befindliche *foramen rotundum s. cochleare* (Fig. 4, 5, 8 *N*). Hoch oben an der Umbiegungsstelle der Fläche gegen die Unterseite der frontalen Ampulle gelegen, so dass bei der Betrachtung von hinten der obere Theil desselben von dieser Ampulle bedeckt wird, nimmt es beinahe vollständig die obere, innere Hälfte der vorhin erwähnten Wand ein. Nach innen wird es nur durch eine schmale Knochenleiste, die hintere Kante der Innenwand der Schnecke und zugleich der Vorderrand des *foramen jugulare*, von dieser Oeffnung getrennt, nach oben aussen durch eine nach hinten unten gewandte Knochenlamelle von gleicher Breite wie das Lumen desselben von dem *foramen ovale*. Was die Form betrifft, so ist es wirklich beinahe kreisrund. In Uebereinstimmung mit dem Verhalten bei den übrigen Wirbelthieren bildet zwar der quere Durchmesser desselben mit dem des *foramen ovale* einen rechten Winkel, aber da das *foramen rotundum* gleichwie die Wand, der es angehört, nicht blos nach hinten, sondern auch nach unten sieht, und das *foramen ovale* nicht blos nach aussen, sondern auch ein wenig nach unten, so gilt dasselbe nicht für ihre *lumina* im Grossen und Ganzen. Dass ersteres Loch wie gewöhnlich etwas tiefer liegt als letzteres, geht aus dem Vorhergehenden hervor.

Am Uebergange der Vorderfläche zum mittleren Theile der Innenwand bildet der *porus acusticus internus* (Fig. 8 *H*) eine gerade unterhalb des vom *utriculus* hervorgerufenen Vorsprungs (*D*) belegene, längliche Vertiefung. Von dieser führen zwei Oeffnungen, eine vordere untere, schräg nach vorne aussen gewandte und eine hintere, etwas höher gelegene und beinahe gerade nach hinten gerichtete in das Innere des Labyrinthes. Sie dienen natürlich zum Durchtritt der zwei Zweige, des *ramus vestibularis* (Fig. 7 *H'*) und des *ramus cochlearis* (*H''*), in die sich der *n. acusticus* theilt. Ibsen's Annahmeeines selbständigen *ramus lagenae* bestätigt sich somit nicht.

Die Innenwand besitzt aber noch eine Oeffnung, welche derselben ausschliesslich angehört. Eine Strecke oberhalb des vorhin erwähnten Vorsprungs des *utriculus* finden wir nämlich an dem oberen senkrechten Theile dieser Fläche zwischen dem gemeinschaftlichen Bogengange (*AB*) (Commissur) und der Grenzleiste (*l*) eine transverselle, äusserst feine Spalte (*F'*), welche die obere Mündung einer engen, aber ziemlich breiten und tiefen, nach aussen von einer dünnen Knochenlamelle verlaufenden

Fissur bildet (Fig. 13, 14 *F*). Im Aussehen erinnert sie an den *aquaeductus vestibuli* der übrigen Wirbelthiere, und aus dem Boden derselben entspringt wirklich ein erst auf Querschnitten und bei Vergrösserung sichtbares Kanälchen, das nach innen im Vorhof endet.

Vergebens habe ich dagegen nach einem *aquaeductus cochleae* gesucht. Von Knochenpräparaten verleitet erwartete ich zuerst denselben in einer kleinen, nach hinten vom *foramen ovale,* zwischen diesem und dem frontalen Bogengange (dort ist, wie wir wissen, das *opistoticum* vom seitlichen Hinterhauptsbeine bedeckt) belegenen Grube (Fig. 5 *b'''*) zu finden. Die Präparation der Weichtheile lehrte jedoch, dass dieselbe statt dessen durch Vermittlung eines kleinen, beweglichen Zwischenknorpels zur Befestigung des vorderen, knorpligen Zungenbeinhorns dient. Auch ist derselbe nicht, so weit ich habe finden können, in einem engeren, aber etwas tieferen Grübchen enthalten, welche dem *recessus scalae tympani* angehört und verdeckt von dem frontalen Bogengange sich zwischen diesem und der Lamelle emporschiebt, die *foramen rotundum* und *ovale* trennt. Da inzwischen das *foramen cochleare* nicht »*membrana clausum*« ist, sondern eine weite Communication nach aussen bildet, könnte dieses wohl als Ersatz des *aquaeductus cochleae* dienen und ihn auf diese Weise überflüssig machen.

In innigem Zusammenhange mit dem knöchernen Labyrinthe und dem *porus acusticus* steht immer der Kanal des *nervus facialis,* der *portio dura paris septimi.* Wie bei den Schildkröten befindet sich bei den Eidechsen die innere Oeffnung desselben (Fig. 7 *K*) in nächster Nähe des *porus acusticus* am vorderen Rande der Schnecke, allein, da diese hier noch gerade nach unten gerichtet ist, braucht der Kanal noch nicht den langen an der Grenze zwischen dem Schnecken- und dem Vorhofstheile belegenen Bogen, den *canalis Fallopiae*, zu beschreiben, dessen Entstehen gewiss einmal eine Folge der früher erwähnten Drehung des Labyrinthes um die Queraxe mit nach innen gerichteter Schneckenspitze, und dann der Veränderung der Beziehung des *os quadratum* zur inneren Paukenhöhlenwand ist. Er besitzt hier mehr den Charakter eines direkt nach aussen führenden Lochs. An der äusseren Seite finden wir dasselbe (Fig. 3, 5 *K*) ein wenig vor dem *foramen ovale,* in gleicher Höhe mit diesem. [1])

---

1) Als eine Andeutung eines beginnenden *canalis Fallopiae* lässt sich vielleicht eine kleine Furche auffassen, die auch bei den Schildkröten vorkommt, und von dem äusseren *foramen nervi facialis* schräg nach oben hinten gegen den oberen Rand des *foramen ovale* führt. Diese enthält den einen grossen Hauptast des *facialis,* welcher dann nach Aufnahme eines starken Zweiges vom *vagus* nach aufwärts zu den Kiefer- und Schläfenmuskeln zieht, und dann weiter nach vorne verläuft. Der andere Zweig geht dagegen nach unten, zu einem gerade unterhalb des *foramen facialis* an der *sutura prootico-sphenoidalis* gelegenen Oeffnung (Fig, 3, 5 *r*). Dorthin führt auch von

Wir haben unsere Beschreibung des Labyrinthes mit der Behauptung begonnen, dass dasselbe wie bei den übrigen Wirbelthieren zwischen *foramen trigemini* und *jugulare* belegen sei, und kommen nun zuletzt zu der Betrachtung derselben wieder. Ersteres (Fig. 7 *I*) wird nach oben vom *processus sphenoidalis*, nach unten von dem vorspringenden Theile des *prooticum* und nach vorne von der zwischen diesen ausgespannten Membran begrenzt, welche hier an Stelle des *alisphenoidale* die äussere Wand des Schädelraumes bildet. Von letzterem (Fig. 5, 7 *L*) wissen wir, dass der vordere, obere Rand desselben vom *opistoticum* am Uebergange der inneren Pyramidenfläche in die hintere, und der untere hintere Rand oben von dem *occipitale laterale*, unten vom *occipitale basilare*, von letzterem in grösserer Ausdehnung als von ersterem, gebildet wird. Was die Form betrifft, so ist es unregelmässig, länglich und schmal, dreimal so lang als breit, und hat sein Längendurchmesser dem vorderen Rande parallel.

Es führt zum *recessus scalae tympani* (Fig. 3, 5, 11 *M*), welcher aber ausserdem durch das *foramen rotundum s. cochleare* mit dem Inneren des Labyrinthes communicirt. Wie im Vorhergehenden an verschiedenen Stellen angegeben wurde, wird die obere und vordere Wand desselben ausschliesslich vom *opistoticum*, mit Ausnahme am oberen Theile des vorderen Randes, wo sich das *occipitale laterale* als eine dünne Lamelle vorschiebt, gebildet, die hintere und untere Wand aber vom *occipitale laterale*, mit Ausnahme in der Nähe der inneren Oeffnung, wo auch das *occipitale basilare* zur Umgrenzung beiträgt. Vom *foramen jugulare* geht er schräg nach unten und aussen und erweitert sich dabei, namentlich wegen der Aushöhlung der hinteren und unteren Wand, so bedeutend, dass seine äussere, ovale, nach oben etwas zugespitzte, in der Längsrichtung mit der inneren parallele Oeffnung wenigstens einen doppelt so grossen Umfang als

---

oben ein *sulcus*, welcher später zu einem Kanale vervollständigt wird und nach vorn durch den Körper des *basisphenoidale* geht. Da er ausser dem Aste des Antlitznerven noch die *arteria carotis interna* enthält (die *carotis externa* geht durch einen zwischen der Innenseite des *os quadratum* und der Vorderseite des *squamosum* gebildeten kurzen Kanal in die *fossa temporalis*), so könnte derselbe als *canalis caroticus* bezeichnet werden, allein seiner Lage nach entspricht er wohl mehr dem *canalis Vidianus*, wie ihn nach STANNIUS[1]) auch FISCHER aufgefasst hat. Fügen wir noch hinzu, dass eine hohe, aber dünne Leiste, welche von dem vorderen Rande des *squamosum* ausgeht und darauf in einem nach vorne unten gerichteten Bogen gleich unterhalb der horizontalen und frontalen Ampulle zur Wurzel des *processus pterygoideus* des *basisphenoidale* herunter läuft, fügen wir hinzu, dass diese Leiste oben und vorne eine ausgedehnte Furche begrenzt (Fig. 3, 5 *s*), in welcher der *canalis facialis* zwar mündet, welche aber vorzugsweise zur Aufnahme des nach vorne verlaufenden, mächtigen Hauptstammes der *vena jugularis* dient, so hat die Beschaffenheit der äusseren Pyramidenflächen uns auch einen Begriff von dem Verlaufe der Hauptgefässe bei den Eidechsen gegeben.

1) l. c. p. 153.

diese besitzt. Der ganze *recessus* lässt sich desshalb mit einem von oben vorne, nach unten hinten (am oberen Theile etwas mehr als unten) abgeplatteten Trichter vergleichen, dessen obere Wand sich an derselben Grube ein wenig ausbuchtet, in welcher wir den *aquaeductus cochleae* vergebens suchten, und die an der Stelle des *foramen rotundum* unterbrochen ist. Wie schon erwähnt ist er dem *recessus* der Schildkröten und Vögel homolog. Wie bei diesen Thieren geht auch hier die *vena jugularis interna* durch denselben hindurch, jedoch nicht der Hauptstamm, denn dieser läuft weiter nach vorn dicht an dem äusseren oberen Rande desselben vorbei, sondern nur ein viel kleinerer Zweig, welcher wohl der *vena jugularis posterior* bei den Wirbelthieren entspricht, bei denen der Hauptstamm als *vena jugularis anterior* seinen embryonalen Verlauf vor der Gehörkapsel beibehält. Jedenfalls ist diese Vene des *recessus* immer das Homologon der *jugularis interna* des Menschen. Zufolge ihrer Lage und der Dünnheit ihrer Wände ist sie wenigstens bei den kleineren Eidechsen ebenso schwer zu finden, wie zu verfolgen, und ich muss gestehen, dass ich über dieselbe noch nicht vollkommen ins Reine gekommen bin, allein leider fehlt mir die Zeit die Untersuchungen fortzusetzen. Das Resultat der bisherigen ist das, dass sie unmittelbar vor ihrer Einmündung in den Hauptstamm, und ohne dass sie irgend einen äusseren Theil besitzt, am oberen, hinteren Rande der äusseren Oeffnung des *recessus* schräg die pigmentreiche Membran, das »*pelliculum*« COMPARETTI's, durchbohrt, welche als eine unmittelbare Fortsetzung des angrenzenden Periosts diese Oeffnung im Uebrigen vollständig verschliesst. Vorher durchläuft sie den oberen Theil des *recessus,* nimmt während dessen kleine Zweige von den angrenzenden Knochen auf und kommt an der inneren Oeffnung desselben aus einem *sinus,* welcher weiterhin in der Nähe des *foramen magnum* aufwärts verläuft. Sie nimmt nur den kleineren Theil des *recessus* ein. Im Uebrigen wird dieser, wie ich bestimmt versichern kann, von einem sackartigen Gebilde mit dünnen Wandungen ausgefüllt, welches sich nur schwer vom Periost des *recessus* isoliren lässt und sich so innig an die Wände desselben anschmiegt, dass der Sack in seiner Form einen Abguss desselben bildet. Derselbe communicirt, wie wir finden werden, wiederum durch das *foramen rotundum s. cochleare,* mit sämmtlichen perilymphatischen Räumen des Labyrinths. Der ganze *recessus* steht auf diese Weise in innigerer Beziehung zum *foramen rotundum* und zum Labyrinthe, als zum *foramen* und zur *vena jugularis* und trägt somit mit Fug und Recht den ihm von HASSE gegebenen Namen.

Die Uebereinstimmung, welcher derselbe mit dem *recessus,* namentlich der niederen Vögel zeigt, ist dem genauen COMPARETTI [1]) nicht ent-

---

1) l. c. p. 209.

gangen. Nachdem er nämlich angegeben hat, dass der »*sinus*«, zu dem die äussere Oeffnung führt, durch das *foramen rotundum* mit der Schnecke communicire, fügt er hinzu, dass diese »*structura*« ist »*persimilis illi quam in avibus quibusdam, ut in ansere et grue reperi. Etiam in his foramen illud cranii, quod transmittit truncum pari octavo consimilem, communicat cum tubo cochleari, in quem immittit appendiculam membranaceam*«. Darin fehlte er jedoch, wie auch mehrere seiner Nachfolger, dass er den *nervus vagus* (zu seiner Zeit *truncus octavi paris*) auch bei den Eidechsen durch den *recessus* gehen liess. Dieser hat nämlich, wie wir gesehen haben, bei ihnen seinen eigenen Kanal, welcher ausserdem sein nicht unbedeutendes *ganglion radicis* enthält, über dessen Existenz bei den Sauriern und somit auch bei den Eidechsen man [1]) nicht ganz sicher zu seyn scheint. In seinem Verhalten zum *recessus* zeigt ja im Uebrigen nach HASSE's Untersuchungen der *nervus vagus* interessante Uebergänge. Bei den Eidechsen besitzt er einen eigenen, vollkommen selbstständigen Kanal. Bei *Testudo* und *Emys* existirt so zu sagen nur die äussere Hälfte desselben; der *vagus* verlässt die Schädelhöhle durch das *foramen jugulare* und gehört zuerst dem *recessus* an. Bei *Chelonia* besitzt er freilich auch noch eine besondere, äussere Abtheilung, allein die Scheidewand zwischen dieser und dem *recessus* ist zum grössten Theile verschwunden, was bei den Vögeln dann ganz der Fall.

Wir beschliessen hiemit die Beschreibung der Form und des äusseren Aussehens des Labyrinthes und gehen jetzt zu den Hohlräumen im Inneren desselben über. Betrachten wir vor dem noch einmal das freipräparirte Labyrinth von hinten (Fig. 4) und von den Seiten (Fig. 6, 8), so können wir mit Umgehung der Vorstellung einer Pyramide sagen, dass dasselbe wie bei den Fischen aus zwei Abtheilungen, einer grösseren oberen und einer von deren unterer Fläche nach unten sich erstreckenden kleineren, die Schnecke, besteht. Die grössere obere wird überdiess in der Sagittalebene durch zwei vorspringende Winkel, einen grösseren vorderen, einen kleineren hinteren, verlängert. In Uebereinstimmung damit finden wir auch im Inneren des Labyrinthes (Fig. 12) eine grössere mittlere Höhle, *vestibulum* (*a*), die von drei kleineren, einer unteren, *cavitas cochleae* (*b*), der *cavitas vestibuli* der Schildkröten homolog, einer vorderen (*c*), homolog dem *cavum anterius superius*, und einer hinteren (*d*), homolog dem *cavum posterius superius* derselben Thiere, umgeben ist und mit jeder derselben communicirt. Die beiden letzteren sind jede für sich in der entsprechenden Ecke gelegen und in Uebereinstimmung damit die vordere viel grösser als die hintere. Das *vestibulum* enthält wie bei anderen Wirbelthieren den *utriculus*, den *sacculus*, die Endtheile der in ersteren mündenden Bogengänge und einen nach aussen von ihnen gelegenen peri-

1) Stannius l. c. p. 153.

lymphatischen Raum von beträchtlicher Ausdehnung. Die *cavitas cochleae* enthält die Schnecke und die sogenannten Treppen derselben (*cava perilymphatica*), die vordere Höhle den *recessus sacculi*, die sagittale und horizontale Ampulle, die hintere endlich die frontale Ampulle. Von der vorderen Ampullenhöhle ist das *vestibulum* durch eine frontale und beinahe senkrechte, gegen den Vorhof hinaus gehöhlte Scheidewand (Fig. 9—13 *e*), die namentlich unten eine recht beträchtliche Dicke besitzt, am meisten getrennt. In der Nähe der unteren inneren Ecke derselben befindet sich die von ihr und von der inneren Labyrinthwand begrenzte Oeffnung (Fig. 9—13 *h*), wodurch die beiden Räume mit einander verbunden sind, und welche der *utriculus* zum Durchgang dient. Was ihre Form betrifft, so ist sie oval, ziemlich eng und schräg nach oben und hinten gerichtet. Gegen den hinteren Ampullenraum ist die Scheidewand schon unvollständiger. Sie wird blos von einer dünnen und kurzen Lamelle oder Leiste (Fig. 9, 12, 14 *f*) gebildet, welche vom unteren hinteren Theile der äusseren Wand und des Bodens des *vestibulum* ausgeht und mit einem nach innen, vorne und aufwärts gerichteten, concaven Rande aufhört. Mit der hinteren Labyrinthwand zusammen umschliesst sie die grosse, ovale, schräg nach oben, vorne und aussen gerichtete Communicationsöffnung (Fig. 9, 14 *i*), worin der obere Theil der frontalen Ampulle gelagert ist. Zwischen dem *vestibulum* und dem Schneckenraume ist schliesslich keine Scheidewand vorhanden, und bildet der letztere desshalb eigentlich nur eine direkte untere trichterförmige Fortsetzung des ersteren. Die Communicationsöffnung (Fig. 9) macht eben seine weiteste Stelle aus und nimmt daher dem *vestibulum* einen bedeutenden Theil seines Bodens. Die Form derselben ist oval mit sagittalem Längsdurchmesser, der beinahe doppelt so lang als der quere ist, und einem inneren concaven, einem äusseren mehr geraden Rande.

Ausser den so eben geschilderten Oeffnungen besitzt das *vestibulum* noch drei andere, eine, mittelst welcher es mit der *cavitas cranii* communicirt, und zwei für die darin mündenden Bogengänge. Durch erstere (Fig. 9, 11, 13 *H''*) tritt der *ramus cochlearis* des Hörnerven in den untersten Theil des Vorhofs. Sie ist an der inneren Wand des *vestibulum* ein wenig nach oben von der Oeffnung zur Schnecke gelegen, durchbohrt diese Wand schräg von vorne nach hinten und sieht daher nicht nur nach aussen, sondern auch nach hinten. Von derselben läuft ein schmaler und flacher *sulcus* (Fig. 9 *q*) für den *ram. sacculi* nach vorn und oben, ein zweiter, breiterer für den Hauptstamm des *ram. cochlearis* nach unten und hinten. Hoch oben an derselben Wand finden wir die ovale, nach unten und ein wenig nach aussen gerichtete Oeffnung (Fig. 10, 11, 14 *l*), die Andeutung eines *cavum internum superius* der am nächsten verwandten Wirbelthiere, durch welche der durch die Vereinigung

des sagittalen mit dem frontalen Bogengange entstandene, gemeinschaftliche Bogengang (Commissur) einmündet. Nach innen wird dieselbe ohne irgend einen vorspringenden Rand von der Innenwand begrenzt, nach aussen aber von einer niedrigen, ein wenig nach innen gerichteten Leiste (Fig. 11, 12, 14 *s*), welche sich vom Dache nach unten erstreckt, Schwiebbogen-ähnlich eine Strecke weit auf der Seitenwand fortläuft und welcher der knöcherne gemeinsame Bogengang ausschliesslich seine Existenz zu verdanken hat. Von dieser Oeffnung verläuft ein flacher, aber breiter *sulcus* (Fig. 11 *AB*) gerade nach unten. Er entspricht dem senkrechten Kamme auf der Schädelfläche des Knochens und theilt sich dem entsprechend in zwei Furchen, eine vordere und eine hintere. Erstere (Fig. 9 *D*) führt zur Oeffnung der vorderen, letztere (Fig. 9, 11, 14 *B''*) zu der hinteren Ampullenhöhle. Oberhalb der hinteren verläuft ein dritter, schmälerer *sulcus* (Fig. 9, 11, 14 *C''*) vom hinteren Rande der senkrechten schräg nach unten und hinten. Er entspricht dem aussen befindlichen Kamme, welcher die Lage des medialen Theils des horizontalen Bogengangs angiebt, und führt zur dritten oben erwähnten Oeffnung (Fig. 9, 12, 14 *m*), welche diesem Bogengange angehört. Kleiner als irgend einer der früheren liegt derselbe an der hinteren Wand, gleich oberhalb der Oeffnung für die frontale Ampulle und wird gleichwie diese gegen die Höhle hin durch eine kleine, halbmondförmige Knochenlamelle abgegrenzt, die von der hinteren Wand vorspringt. Weit kleiner noch als diese Oeffnung und für das unbewaffnete Auge vollkommen unsichtbar ist die innere Mündung des *aquaeductus vestibuli*. Entsprechend seiner äusseren Lage haben wir denselben an der Innenwand, etwas nach vorn von der senkrechten Furche zu suchen und finden ihn dort auch (Fig. 10, 11, 14 *F''*).

Bei beinahe allen Wirbelthieren ist, wie bekannt, das *vestibulum* durch eine sogenannte *crista vestibularis* in zwei Abtheilungen getheilt, in einen *recessus* oder eine *fovea* (wie wir dieselbe lieber, um einer Verwechslung mit unserem *recessus utriculi* vorzubeugen, nennen wollen) *ovalis s. utriculi* und in eine *fovea rotunda s. sacculi*. Auch bei den Eidechsen kommt eine Andeutung einer solchen Theilung und Leiste vor. Die letztere sehen wir oben von der vorhin erwähnten, gewölbten *crista* (Fig. 10—12 *s*), welche am Dach und an den Seitenwänden gegen das Innere des Raumes vorspringt und mit ihrem mittleren Theile nach aussen hin den gemeinsamen Bogengang begrenzt, gebildet, und unten (Fig. 9) von den weniger vorspringenden unteren Rändern der Furchen, welche den *utriculus* und den Ursprungscanal der frontalen Ampulle enthalten, oder noch genauer von den untersten Seitentheilen dieser Ränder, in Verbindung mit dem unteren Rande einer dreieckigen Knochenfläche, welche den oberen, grösseren Theil des Zwischenraums zwischen ihnen ausfüllt. Innerhalb dieser Grenze liegt nämlich der *utriculus* mit den darin mündenden Kanälen, und ausserhalb

derselben der *sacculus.* Darin zeigt sich nun ein Unterschied gegenüber dem Verhalten bei den anderen Wirbelthieren, bei denen die *fovea utriculi* gewöhnlich einen mehr oder minder höher als die *fovea sacculi* gelagerten Theil des Vorhofs ausmacht. Bei den Eidechsen liegen sie in gleicher Höhe neben einander, ja die *fovea sacculi* ragt sogar mit ihrem oberen Rande über die des *utriculus* hinauf. Auch das Grössenverhältniss ist verändert. Meistens, wenigstens bei den Vögeln, ist die erstere Grube grösser als letztere, hier dagegen wie bei den Batrachiern umgekehrt.

Ein durch das untere Ende des *sulcus* des gemeinsamen Bogengangs gelegter, horizontaler Schnitt (Fig. 9) trennt den Vorhof an seiner breitesten Stelle. Ein längs dem vorderen Rande derselben Furche gelegter Frontalschnitt (Fig. 14) trifft die höchste Wölbung seines Dachs. Eine Vergleichung dieser Schnitte zeigt, dass die grössten Längs-, Breiten- und Höhendurchmesser des *vestibulum* ungefähr gleich lang sind. Allein dennoch wäre die Annahme, dass der Raum folglich eine ziemlich regelmässige sphärische Form besitzen sollte, nicht berechtigt. Denken wir uns aber ein Sphäroid, an dem ein kleines, unteres Segment fehlt, und dessen obere Fläche so schräg von oben und aussen abgeplattet ist, dass dieselbe unter einem abgerundeten rechten oder sogar spitzen Winkel in die innere übergeht, welche, was ihren oberen Theil betrifft, in Folge dessen auch abgeplattet, allein zugleich etwas nach innen gedrückt und beinahe senkrecht wird, so giebt uns dieses Bild eine ungefähre Vorstellung von der Grundform des Vorhofs. Natürlich müssen wir uns dann ausserdem denken, dass die innere Fläche mit Erhöhungen versehen ist, die den Furchen, welche wir so eben kennen gelernt haben, entsprechen. Die übrigen Wände sind dagegen glatt und gehen unter gleichmässiger Rundung in einander und in die innere über, soweit dieser letztere Uebergang nicht durch die in der Nähe dieser Fläche befindlichen Löcher unterbrochen wird.

Die innere Vorhofswand wird von der Schädelwand der Labyrinthpyramide gebildet, das Dach von der oberen oder Basalwand derselben, die übrigen seitlichen Wände dagegen von einer besonderen, inneren Lamelle (Fig. 9, 10, 11), welche peripherisch zum grössten Theile von den beiden Ampullenräumen und den umgebenden Bogengängen begränzt und somit nur zwischen diesen von den oberflächlichen Knochen verdickt wird. Fasst man die unter dem horizontalen Bogengange und dem unteren Theile der *crista vestibularis* gegen die Schneckenmündung sich neigenden Wände als Vorhofsboden auf, so wird dieser an der äusseren Seite (Fig. 14 g) von dem oberen, mehr horizontalen Theile der äusseren Pyramidenwand gebildet und an der inneren, wo er blos durch den *sulcus* des *ramus cochlearis* angedeutet wird, von der Innenwand derselben.

Unterhalb der grossen, ovalen Grube, welche die vordere Wand des *vestibulum* einnimmt, finden wir am Uebergange dieser Wand in die vordere der Schnecke eine kleinere, beinahe kreisförmige Vertiefung (Fig. 13*r*). Vom unteren, hinteren Theile derselben geht ein schmaler, aber tiefer *sulcus* (Fig. 11, 13, 14 G), ein in der dicken hinteren Schneckenwand ausgegrabener Halbkanal mit halbkreisförmigem Lumen, aus und läuft längs dem oberen Theile dieser Wand zum *foramen rotundum s. cochleare,* in welches derselbe nach einer schwachen Biegung nach unten ausmündet. Der obere Rand dieser Furche, zugleich der untere Rand des *sulcus* für den Schneckennerven bildet die innere Grenzlinie zwischen Vorhof und *cavitas cochleae.* Als äussere können wir, wenn wir eine natürliche und keine künstliche Grenze annehmen wollen, der obere Rand des *foramen ovale* (*O*) und die von dort nach vorne und hinten verlaufenden, niedrigen Knochenleisten ansehen. Das *foramen ovale* führt auf diese Weise nicht, analog dem gewöhnlichen Verhalten, zum Vorhof, sondern wie bei den Vögeln zur Schnecke. Die Membran, welche dasselbe schliesst, begrenzt somit nach aussen nicht den perilymphatischen Raum des Vorhofs, speciell des *sacculus*, sondern die *scala vestibuli,* was bei den Vögeln in noch ausgeprägterem Masse der Fall. Das Verhalten bei diesen Thieren ist gleichsam ein Vorbild des bei den Vögeln. In Folge der früher erwähnten schrägen Lage des Lochs sieht es jedoch nicht blos nach innen, sondern auch nach oben gegen das *vestibulum*, und da der unterste Theil des *sacculus* vor dem obersten Theile der häutigen Schnecke liegt und etwas nach unten in die *cavitas cochleae* ragt, so kann man sagen, dass der obere, äussere Theil desselben auch dem *vestibulum* angehört, und somit liegt, wie bei den höheren Wirbelthieren, nicht blos der Anfang der Schnecke, sondern auch ein Theil des Sacks in der Stossrichtung der Gehörknöchelchen. Das *foramen ovale s. vestibulare* gehört natürlich dem oberen Theile der äusseren Schneckenwand an und liegt der hinteren Wand etwas näher als der vorderen. Es nimmt sowohl an Höhe wie an Breite ungefähr die Hälfte derselben ein. In der Nähe des oberen Randes der Hinterwand, welchen es jedoch nicht völlig erreicht, und so nahe der Innenwand, dass ihre hintere Kante dasselbe innen begrenzt, finden wir das *foramen rotundum* (Fig. 9, 11, 12, 14 *N*).

In seiner Form ähnelt der Schneckenraum einem kurzen, von aussen nach innen abgeplatteten und nach unten schnell sich verengenden Trichter, dessen Längsdurchmesser an der oberen Oeffnung bedeutend grösser, als der quere ist, dessen Tiefe ungefähr dem ersteren entspricht und der mit einer stumpf abgerundeten Spitze endet. Die Flächen desselben gehen mit gleichmässiger Rundung in einander über. Die äussere ist nach oben hin bedeutend breiter, als die übrigen, aber verschmälert sich nach unten schneller, indem sie sich gleichzeitig der inneren nähert, welche

dagegen beinahe senkrecht steht, aber eine unbedeutende Breite besitzt, so dass sie nur als ein abgerundeter Uebergang der Vorder- in die Hinterfläche erscheint. Die Wände werden von den gleichnamigen der Pyramide gebildet. Die innere besitzt eine weit bedeutendere Dicke, als die übrigen.

Sowohl Windischmann, als Stannius haben behauptet, dass die Schnecke leicht hinterwärts gebogen ist. Freilich weicht die Längsaxe ein wenig aus der senkrechten nach hinten unten, allein so unbedeutend, dass man sich beinahe über die Aufmerksamkeit wundern muss, die sie im Gegensatze zu ihren sonstigen kurzen Mittheilungen diesem Punkte gewidmet.

Die vordere Ampullenhöhle (Fig. 9—12) kann man, was die Grundform betrifft, als eine liegende Pyramide mit hinterer, von der Grenzwand gegen das *vestibulum* gebildeter Basis, an der vorderen Labyrinthwand gelegener Spitze und einer äusseren, inneren, oberen und unteren Fläche betrachten. Die Spitze wird vom sagittalen Bogengange (A') bei seinem Ursprunge aus der gleichnamigen, gleich nach hinten von ihm gelegenen Ampulle (A) eingenommen. Hinter dieser liegen breitseits neben einander die horizontale Ampulle (C) und der *recessus utriculi* (D'), erstere aussen, letzterer innen. Die Grenzen zwischen ihnen allen werden durch niedrige, an den vier Wänden befindliche Leisten gebildet, die die erste Andeutung eines vollständigen Umschlossenseins der einzelnen Abtheilungen ausmachen, aber an der oberen Fläche weniger hervorragen als an den übrigen. An der vorderen Ecke des Hohlraums findet man an der oberen Wand die beinahe kreisrunde Ausgangsöffnung (n) des sagittalen Bogengangs. An der Basis zeigt sich an der äusseren Seite die fast trichterförmige Oeffnung (p) des horizontalen Canals, an der inneren ganz in der Nähe der unteren Fläche eine kreisrunde Oeffnung (H'), durch welche der *ramus vestibularis* des Gehörnerven aus der Schädel- zur Ampullenhöhle tritt, und oberhalb dieser, nur durch eine schmale Knochenleiste davon getrennt, die zum *vestibulum* führende, länglichere Oeffnung (h) für den *utriculus*. Beide sind nach hinten und aussen gewandt, letztere jedoch zugleich etwas nach unten; dass sie dessen ungeachtet zu verschiedenen Hohlräumen führen können, beruht natürlich auf der Vertiefung an der inneren Pyramidenwand für den *porus acusticus*.

Der hintere Ampullenraum (Fig. 12 d) stösst wohl mit seinem unteren, hinteren Ende an die hintere Ecke der Pyramide, füllt sie jedoch nicht vollständig aus, denn der frontale Bogengang steigt zwischen derselben und der äusseren Wand aufwärts. Die Höhle liegt somit innen an der hinteren Pyramidenwand und wird aussen vorne gegen das *vestibulum* von der früher beschriebenen, dünnen Scheidewand begrenzt. Ihre Form und Richtung entspricht den unteren zwei Drittheilen der frontalen Ampulle, welche darin enthalten ist, während der obere Theil derselben,

dem Vorhofe angehört. Ausser der Vestibularöffnung zeigt die Höhle an der Aussenwand und ihrem unteren, hinteren Ende die ovale Ausgangsöffnung des frontalen Bogengangs (*o*).

Die Lage und Richtung der Bogengänge und ihre schon von vorne herein sichtbaren oder von aussen präparirbaren Wände sind schon im Vorhergehenden geschildert. Ihre gegen das *vestibulum* und gegen die Ampullenhohlräume gerichteten, die concave Fläche bildenden Wände sind so dünn und bilden so direkt die Wandungen dieser Höhlen, dass ein Freipräpariren der halbkreisförmigen Kanäle, als freistehende Bogen, unter gleichzeitiger Schonung der Hohlräume, wenigstens bei den Eidechsen, die mir zugänglich gewesen sind, gerade so unmöglich war wie bei den Schildkröten und Fröschen. Mittlerweile haben wir nun auch ihre Aus- und Einmündungsstellen kennen gelernt und damit auch die Länge, welche sie als selbständige Kanäle besitzen. Der sagittale und frontale Bogengang gehen beide von den unteren Enden der entsprechenden Ampullen aus und vereinigen sich am inneren Rande der Basalfläche zum gemeinsamen Bogengang, der jedoch gleich am unteren Rande der *crista vestibularis* aufhört. Der horizontale Bogengang geht vom hinteren Ende der gleichnamigen Ampulle aus und hört eine kleine Strecke nach innen und vorn von der Kreuzungsstelle mit dem frontalen auf. An dieser Kreuzungsstelle (Fig. 9, 11), welche bei den Eidechsen wie bei den anderen Wirbelthieren zugleich den höchsten Punkt der Convexität des horizontalen Ganges nach hinten angiebt, sind die beiden Kanäle durch Schwund der zwischenliegenden Wand wirklich mit einander vereinigt, besitzen aber doch jeder sein eigenes Lumen. Die gleiche Vereinigung kommt ja auch bei den Fröschen, den Schildkröten und Vögeln vor; bei den letzteren an ihren sonst vollkommen frei darstellbaren Knochenkanälen als ein letzter Rest der ursprünglichen Unselbständigkeit derselben. Bei den Batrachiern reicht der horizontale Knochenkanal nur bis zur Kreuzungsstelle; bei den Schildkröten ist die Länge desselben etwas grösser als bei den Eidechsen; bei den Vögeln sind die Kanäle dann von den übrigen Labyrinthwandungen geschieden, hängen jedoch unter einander zusammen; bei den Säugern und den Menschen sind sie vollkommen frei.

Da ein vollständiger und sicherer Einblick in die Beschaffenheit des Lumens der Kanäle der Eidechsen wegen ihrer Kleinheit nur durch Untersuchung von gegen deren Verlauf rechtwinkligen Querschnitten gewonnen werden kann und sonach ein Ueberfluss nicht bloss an Präparaten, sondern auch an Zeit erforderlich wäre, so habe ich darüber nur wenig mitzutheilen. Nebenbei erscheint dieses Verhältniss auch nicht von besonderer Wichtigkeit. Ich vermag jedoch anzugeben, dass sie in ihrer Weite wechseln, dass z. B. sowohl der sagittale, als frontale Bogengang, namentlich ersterer, sich gegen ihre Vereinigungsstelle ziemlich beträchtlich erweitern. Eben-

so wechselt auch die Form ihres Lumens. An der Mitte des Labyrinthes ist das Lumen des horizontalen Kanals (Fig. 13 u. 14) elliptisch, mit einem horizontalen, der Bogenebene parallelen Längsdurchmesser, an der Kreuzungsstelle rund (Fig. 11). An derselben Stelle besitzt der frontale Kanal ein elliptisches Lumen (Fig. 9), allein der Längsdurchmesser desselben steht rechtwinklig zur Bogengangsebene. Diese letztere Beobachtung ergiebt wenigstens das Resultat, dass die Form des Lumens der Kanäle bei den Eidechsen nicht in Beziehung zur Richtung der Bogenebene steht.

Denken wir uns nun das knöcherne Labyrinth vollständig wegpräparirt, so finden wir (Fig. 16 u. 17), was sowohl die Hohlräume, als die Kanäle betrifft, dieselben von einer relativ dicken und festen Membran bekleidet, welche wohl am besten als ein verdicktes Periost oder Endost anzusehen ist und wie bei den Vögeln und Säugern vor allem dem *cavum perilymphaticum*, dem Raum zwischen häutigem Labyrinth und Periost, als Wandung dient. Der Raum ist bei den Eidechsen nicht wie bei den Fischen und Schildkröten noch von einem bindegewebigen Maschennetz erfüllt, sondern es finden sich, abgesehen vom *canalis lymphaticus*, auf den wir nachher zu sprechen kommen, dem einzigen Ueberbleibsel der mächtigen Bindegewebshülle der Schildkröten, allerhöchstens feine, sparsame Verbindungsstränge mit der Oberfläche des häutigen Labyrinths. Das Periost lässt sich jedoch bei *Lacerta agilis* sehr leicht von der Knochenwandung ablösen, ausgenommen an den für die Präparation gefährlichen Stellen, wo die von den umgebenden Knochen kommenden, kleinen Gefässe darin übergehen oder dasselbe durchbohren. Am *porus acusticus* und am *aquaeductus vestibuli* hängt es mit dem Perioste der Schädelhöhle, der *dura mater*, zusammen. Ueber das *foramen ovale* ist es wie eine dasselbe verschliessende Membran gespannt. Auf das Verhalten am *foramen rotundum* kommen wir wieder zu sprechen. Es bildet also, wie erwähnt, im grossen Ganzen einen das innere, häutige Labyrinth und die Perilymphe umschliessenden, einfachen Sack, welcher aus einem grösseren und drei kleineren, durch die Bogengangsumhüllungen vereinigten Abtheilungen besteht. Die äussere Fläche desselben ist ein genauer Abdruck der Innenwand des knöchernen Labyrinths und giebt somit ein besseres Bild von dem Aussehen derselben, als unsere bisherige Beschreibung.[1]) Alle die dort erwähnten Vertiefungen und *sulci*, welche verschiedene Theile des häutigen Labyrinths andeuteten, finden wir als ähnliche, aber deutlichere und mit scharfen Contouren versehene Erhöhungen wieder, wobei dann der *aquaeductus vestibuli* als ein schmaler, nach oben trichterförmig

1) Da inzwischen unsere Zeichnungen dieselbe nur von aussen und innen zeigen und somit keinen vollständigen Begriff von der Ausdehnung derselben in dieser Richtung oder von der Weite geben, so verweisen wir in dieser Beziehung wieder auf Fig. 9, 10, 13, 14.

erweiterter Kanal (Fig. 17 *F*) erscheint. Ausserdem schimmert auch, vorzugsweise auf der Innenseite, der grosse, kreideweisse, beinahe kreisrunde Otolith (Fig. 15, 17 *a'*) durch, welcher, wie wir finden werden, den grössten Theil des *sacculus* ausfüllt. Die Betrachtung von hinten zeigt, dass derselbe auf der Aussenseite durch einen bedeutenden Zwischenraum von der oberen und vorderen Wand des Sacks getrennt ist, und dass hier somit ein grösserer perilymphatischer Raum vorhanden ist. Auf dieselbe Weise wie der Otolith, aber viel undeutlicher schimmert auch ein Theil der häutigen Schnecke durch die innere, periostale Sackwand und lehrt uns, dass dieselbe wie bei den Schildkröten mit ihrer Spitze nicht vollkommen bis auf den Boden der Hülle reicht. Von der Aussenseite her ist dieselbe dagegen vollkommen unsichtbar, und dieses Verhalten sowie die Ansicht von hinten oder vorn deutet an, dass auch hier ein äusserer, perilymphatischer Raum existirt.

Hier an der Schnecke zeigt jedoch der Sack ein selbständigeres Verhalten, als an anderen Stellen. Als Auskleidung der zwischen dem Vorhofe und der *cavitas cochleae*, am Uebergange der vorderen Wand des ersteren zu der des letzteren belegenen Grube (Fig. 13 *r*) bildet derselbe wohl eine Ausbuchtung nach vorne (Fig. 16 *b*), allein von dem inneren Theile derselben geht nicht wie am Knochen eine gegen die Höhle offene Rinne (Fig. 11, 13 *G*) aus, sondern ein in dieser gelegener, aber vollständig geschlossener Kanal (Fig. 17 *G*). Die Ausbuchtung an der vorderen Seite des periostalen Sacks bildet eigentlich den erweiterten Ursprung desselben, von dort läuft er längs der Innenseite des Sacks nach hinten und innen gegen das *foramen cochleare*, biegt sich dort gerade wie die Knochenrinne ein wenig nach unten, geht durch diese Oeffnung, die er vollständig ausfüllt, und erweitert sich darauf zu jenem Sack (Fig. 16, 17 *c*), welcher, wie wir früher schilderten, den grössten Theil des *recessus scalae tympani* einnimmt. Dass der perilymphatische Sack nach aussen vom Kanale, eine selbständige Bekleidung um den *ramus cochlearis* und die Schnecke bildet, geht daraus hervor, dass man, ohne diese zu entblössen, den Kanal wegnehmen kann. Die häutige Schnecke bildet somit nicht wie bei den Schildkröten die äussere Wand des Kanals, und man kann es so auffassen, dass dieselbe sich bei den Eidechsen als selbständiges Gebilde aus dem ursprünglichen embryonalen Bindegewebe zwischen Periost und häutigem Labyrinth differenzirt, welches dann bis auf ihn so gut wie verschwunden. Derselbe steht wie bei den *Cheloniern*, mit seinem Anfangstheile in weiter Communication mit dem *cavum perilymphaticum*, allein höchst wahrscheinlich existirt auch, trotzdem der Kanal der Schnecke angelagert erscheint, eine Oeffnung in demselben, die zur *scala tympani* führt, worüber später Näheres. Die Selbständigkeit desselben lässt sich ausserdem unter dem Mikroskop an Frontalschnitten nachweisen. Die äussere Oberfläche

des Kanals und die innere, gegenüberstehende, perilymphatische Sackwand sind durch lockeres Bindegewebe, Ueberbleibsel der embryonalen Labyrinthhülle, mit einander verbunden, was auf die gleiche Entwicklung des Periostes des Kanals und der Wand des häutigen Gehörorgans aus einem Gewebe auch bei den Eidechsen hinweist, zugleich aber auch zur Folge hat, dass der Kanal im Verhältniss zur perilymphatischen Sackwand nicht verschiebbar ist.

Dieser so eben beschriebene Kanal vereinigt auf diese Weise den perilymphatischen Labyrinthraum mit dem im *recessus scalae tympani* gelegenen Sack und dürfte wohl wie bei den Schildkröten am passendsten *canalis lymphaticus* genannt werden. Von den Wänden dieses Sacks ist schon gesagt, dass dieselben mit dem Perioste des *recessus* innig verbunden sind. Sie scheinen jedoch eine gewisse Selbständigkeit zu besitzen. Man findet nämlich innerhalb der ziemlich festen, stark pigmentirten Membran (Fig. 16 *c''*), welche die äussere Oeffnung des *recessus* schliesst, und welche in das Periost desselben übergeht, noch eine zweite, dünnere und pigmentfreie, welche durch einen relativ breiten Zwischenraum von ersterer geschieden wird. Eine ähnliche dünne Membran begrenzt den Sack auch gegenüber der *vena jugularis posterior* (Fig. 16, 17 *c'*). Eine grössere, deutliche, äussere Oeffnung habe ich am Sack nicht zu entdecken vermocht, allein ich nehme als sehr wahrscheinlich an, dass derselbe, vielleicht unter Vermittlung des vorhin genannten zwischen den beiden Membranen befindlichen Raumes, im Zusammenhang mit dem Lymphgefässsysteme steht. Ein Injektionsversuch spricht wenigstens dafür. An einem abgeschnittenen Kopfe von *Lacerta agilis* wurde nämlich ohne weitere Verletzung das Trommelfell weggenommen, und die *columella* mit dem *operculum* herausgerissen. Durch eine in das *foramen ovale s. vestibulare* eingeführte und dieses ausfüllende Canüle wurde dann eine Lösung von berliner Blau in das Labyrinth injicirt und quoll dann tropfenweise an der Halsschnittfläche hervor. Da bei der nachfolgenden Präparation die grossen Gefässstämme keine Injektionsflüssigkeit enthielten, so hatte sie sich wohl durch den Sack des *recessus* in die Lymphgefässe Bahn gebrochen. Eine mikroskopische Untersuchung wurde nicht vorgenommen, allein ich hoffe bei einer anderen Gelegenheit wieder darauf zurückkommen zu können, der Versuch war blos ein vorläufiger, und ich bin weit davon entfernt dem Resultate eine volle Beweiskraft beizumessen.

Ausser den früher erwähnten Andeutungen von Comparetti, finden sich, soweit ich habe finden können, keine Angaben über die Existenz eines *canalis* und *saccus lymphaticus* bei den Eidechsen. Ibsen's Zeichnungen deuten sie nicht an. Es erscheint dieses auffallend, da er das Gehörorgan an einem relativ grossen Ameiven präparirte, um so mehr, als seine Zeichnungen des Labyrinths von *Chelonia Midas* sie beide zeigen und sogar einen

kleinen strangartigen, jedoch in der Tafelerklärung nicht aufgeführten Fortsatz am unteren Sacktheile, der wohl als ein Lymphgefäss zu deuten ist. Er zeichnet und führt sie doch als einen Anhang zum »*sacculus lapilli*« auf. Schon vor Ibsen hatte Windischmann[1]) dieselben beiden Bildungen bei einer »*magna testudo*« sowohl beschrieben, als gezeichnet, und dabei gefunden, dass der Sack vollkommen selbständige, vom Perioste getrennte Wände besitzt. In Uebereinstimmung mit seiner Auffassung unseres *recessus* als knöcherne Schnecke und der äusseren Oeffnung derselben als *foramen rotundum*, sieht er den Sack als die Schnecke und den Kanal als Vereinigung derselben mit dem *sacculus* an. Dieselbe Ansicht theilt auch Rathke[2]) welcher später, gleichzeitig mit Ibsen, dieselben Theile an derselben Schildkröte wie dieser beschreibt. Eine Erklärung ihrer Annahme, dass der Kanal mit der »Verlängerung des *sacculus* nach unten« (nunmehr die wirkliche Schnecke) zusammenhängt, könnte wohl darin gefunden werden, dass ersterer nach Hasse's Untersuchungen bei *Chelonia* auf andere Weise als bei den Eidechsen und weniger vollständig gegenüber der Schnecke abgegrenzt ist, so dass er nach innen von der *membrana basilaris* einen deutlichen Zusammenhang mit der *scala tympani* zeigt. Es scheint, dass bei den übrigen Reptilien weder die eine, noch die andere Bildung beobachtet worden ist.

Wenn wir nun vielleicht auf Grund meiner vergeblichen Versuche, einen solchen zu finden, anzunehmen berechtigt sind, dass bei den Eidechsen ein *aquaeductus cochleae* nicht vorhanden ist, so können wir dafür den *canalis lymphaticus* als einen Ersatz betrachten, der die Funktion desselben übernommen. Freilich ist er demselben keineswegs homolog, was unter Anderem wohl aus dem Verhalten bei den Schildkröten und einem Theile der Vögel hervorgeht, welche ausser dem *recessus scalae tympani* und einem membranlosen, nur von der vorbeiziehenden *vena jugularis* geschlossenen *foramen cochleare*, ja auch einen *aquaeductus cochleae* besitzen. Ebenso übernimmt wohl die Membran, welche nach aussen den *recessus* schliesst, die Rolle einer *membrana tympani secundaria* und erstattet auf diese Weise wie bei den niederen Vögeln den Mangel derselben am *foramen rotundum*. Wir wollen doch derselben trotz der Homologie kaum diesen Namen geben, um nicht eine verkehrte Auffassung der Oeffnung, in der sie liegt, in Windischmann's Sinne hervorzurufen.

Wir kehren nun wieder zum perilymphatischen, periostalen Sacke zurück. Die Vorder- und Seitenwände des Vorhofstheiles, der ganze Schneckentheil, der *canalis lymphaticus* und der obere Theil des *saccus recessi*, sowie die um die Bogengänge liegenden Abtheilungen sind reichlich mit Pigment versehen. Eine Ausnahme in dieser Beziehung zeigt

1) l. c. p. 45.

2) Entwicklungsgeschichte der Schildkröten 1812 p. 216.

nur ein ovaler, vollkommen pigmentfreier Ring (Fig. 16 *d*), dessen Lage dem Knorpel entspricht, durch welchen das *operculum* im *foramen vestibulare* befestigt ist, und mit welchem der Sack inniger als mit den übrigen benachbarten Theilen zusammenhängt. Die Hinterfläche des Vorhoftheils und die Bekleidung der Ampullenhohlräume zeigt dagegen blos hin und wieder einige Pigmentflecke.

Oeffnen wir nun die Hülle und präpariren wir dieselbe fort, so findet unsere Annahme zweier perilymphatischer Räume volle Bestätigung, und zwar eines oberen, sehr geräumigen, der vor und zum Theil oberhalb der Vorhofstheile des Labyrinthes belegen ist, und eines unteren, welcher nach aussen von der häutigen Schnecke den äusseren Theil der *cavitas cochleae* einnimmt. An der Schneckenmündung des Vorhofs, welche nicht vollständig von der häutigen Schnecke ausgefüllt wird, communiciren sie mittelst einer länglichen, spaltähnlichen Oeffnung mit einander, und ausserdem beide mit der vorderen Ausbuchtung (Fig. 16 *b*), in der der *canalis lymphaticus* seinen Ursprung hat. Von den an dessen Hinterwand gelegenen Labyrinththeilen lässt sich der Sack leicht ablösen und zeigt dann, dass er ein getreuer Abdruck derselben ist. Nur am häutigen *aquaeductus vestibuli* und rings um die Zweige des *nervus acusticus* bei ihrem Eintritte ist er schwer zu trennen. Am ersteren bildet er, was jedoch erst bei stärkerer Vergrösserung zu Tage tritt, eine röhrenförmige Hülle, welche mit demselben nach oben zieht. Nirgends zeigt sich die geringste Andeutung, dass die Hülle oder ein Theil derselben sich an den vorliegenden Theilen umschlägt und demselben eine seröse Bekleidung ähnlich der äusseren periostalen Sackwand giebt, und es ist das auch wegen der Homologie des periostalen Sacks mit dem Perioste und der gallertigen Bindegewebshülle im perilymphatischen Raume und in den Schneckentreppen der Embryonen der Säuger und der gleichen Theile bei den Vögeln und Schildkröten entwicklungsgeschichtlich unmöglich. Damit lässt sich nun freilich nicht, ebenso wenig wie bei den erwachsenen Säugern, den Vögeln, Schildkröten, Fröschen und Fischen die Möglichkeit der Existenz eines mehr oder minder vollständigen Endothels, namentlich auf der Aussenwand des häutigen Gehörorgans von der Hand weisen, welches sogar wahrscheinlich auf der Innenwand der periostalen Hülle vorhanden, allein desshalb in Rüdinger's [1]) Sinne einen d r i t t e n Sack zu construiren, der mit dem *utriculus* und *sacculus* den knöchernen Vorhof nach Art eines serösen Sacks ausfüllt, wäre bei den Eidechsen, wie bei den übrigen Wirbelthieren, sehr gezwungen und zwar schon aus dem einfachen Grunde, weil wir nicht die nothwendigen Uebergangsfalten der parietalen in die viscerale Bekleidung, die sich auf dem häutigen Labyrinthe fin-

1) Vergleichend anatomische Studien über das häutige Labyrinth. Monatsschrift für Ohrenheilkunde 1867. p. 4.

den muss, besitzen. Die Annahme wäre auch dann kaum zulässig, wenn wir wie bei den Schildkröten noch einen zwischen Periost und einer bindegewebigen Labyrinthhülle befindlichen Raum hätten, und zwar aus demselben Grunde. Auch von den in dem vorderen und hinteren Ampullenraume gelegenen Labyrinththeilen lässt sich der Sack leicht trennen. Er scheint dieselben aber so genau zu umschliessen, dass, wenn auch wohl bei den Eidechsen, wie es die Analogie mit dem Verhalten bei anderen Thieren höchst wahrscheinlich macht, ein Zwischenraum zwischen dem periostalen Sacke und der convexen, den Bogengängen zugewandten Fläche der Ampullen vorhanden ist, dieser Zwischenraum doch in Folge der Kleinheit der Organe zu unbedeutend ist, als dass sich derselbe beim Ablösen entdecken liesse. Ganz anders ist das Verhalten an den Bogengängen. Ihr periostales Rohr ist nämlich wie bei den übrigen Wirbelthieren nicht unbeträchtlich weiter, als die darin eingeschlossenen Theile. Jedoch ist ein so grosser Unterschied in der Weite, wie er nach Rüdinger's [1]) Zeichnung bei dem Menschen, den Säugern und Vögeln vorhanden sein soll, keineswegs da. Nach ihm verhält sich nämlich die Weite der periostalen Hülle zu der der häutigen Gehörtheile wie 5 : 1, während sie dagegen bei den Eidechsen im Mittel 4 : 3 beträgt. Im Uebrigen ist die Hülle leicht abzulösen, nur an den Stellen, wo kleine Gefässe durch dieselben zu den häutigen Kanälen verlaufen, welches vorzugsweise in der Nähe der Ampullen der Fall zu sein scheint, bietet sich darin einige Schwierigkeit dar. Irgend eine Andeutung einer Einstülpung der häutigen Gänge in das äussere Rohr habe ich auch hier nicht entdecken können, dagegen habe ich verschiedene Male an kleinen, herausgeschnittenen Stücken, ohne irgend etwas zu zerreissen, erstere aus letzterem ziehen können. Jedoch stehen die beiden entschieden mit einander in Berührung. Der häutige Kanal liegt nämlich bei den Eidechsen, wie bei den übrigen Wirbelthieren excentrisch, und zwar so, dass er mit seiner convexen Fläche an das äussere Rohr stösst. Ob ein vollständiges, zusammenhängendes Endothellager, welches, wenn es der Fall, an der Aussenseite des häutigen Ganges und der Innenseite der Hülle sich finden muss, vorhanden, darüber vermag ich für diesmal keine Entscheidung zu treffen. Allein, wenn es auch vorhanden, so besitzen die Eidechsen doch nicht in dem Sinne, wie Rüdinger den Namen gebraucht, einen *canalis membranaceus major,* sondern dann drei Kanäle, einen äusseren periostalen, welcher zwei andere, den eigentlichen, häutigen Bogengang und den serösen einschliesst. Dass das Verhalten bei den höheren Wirbelthieren anders sein sollte, kann ich mit Hasse auch nicht glauben, abgesehen davon, dass ihr dünnes Periost leicht eine unrichtige Auffassung verursachen könnte.

Ueber die Bestandtheile des nun freigelegten, häutigen La–

1) l. c. p. 2.

byrinthes und das Verhalten derselben hat schon unser Studium des knöchernen Gehäuses verschiedene Winke gegeben, welche wir auch bei einer Betrachtung (Fig. 18 u. 19) desselben im grossen Ganzen bestätigt finden. Es besteht nämlich aus einem grösseren, centralen Theile, welcher sich nach unten unmittelbar in die Schnecke (*E*) fortzusetzen scheint und mittelst der denselben umkreisenden Bogengänge (*A'*, *B'*, *C'*, *C''*), nach vorne mit der vorderen, mehr entfernten Ampullengruppe (*A*, *C*), nach hinten mit der näher gelegenen, alleinstehenden frontalen Ampulle (*B*) zusammenhängt. Der centrale Theil wird von dem ungewöhnlich grossen und hoch emporragenden Sacke (*a*) gebildet, an dessen innerer Wand sich der *utriculus* (*D*) und die Bogengänge (*AB*, *B''*, *C''*), durch deren Vereinigung dieselbe entsteht, in einer Anordnung befinden, welche vollständig den Kämmen und Furchen entspricht, welche wir an der cerebralen und vestibularen Fläche der inneren Labyrinthwand kennen gelernt haben. Der wichtigste, mit Nerven versehene Theil des *utriculus*, der *recessus* (*D'*), steht, entspechend dem gewöhnlichen Verhalten bei den Wirbelthieren, in inniger Verbindung mit den zwei vorderen Ampullen, ist mit diesen nach vorne gezogen und verlängert desshalb den übrigen Theil desselben zu einer mehr röhren- als sackartigen Bildung.

Alle die verschiedenen Theile, aus denen das Labyrinth bei den höheren Wirbelthieren besteht, haben wir somit aufgefunden und selbst, was die deutlich entwickelte und relativ grosse Schnecke betrifft, ohne die Mühe und Schwierigkeit, welche das Aufsuchen der blossen Andeutung derselben, besonders bei den Batrachiern, erfordert. Nach der Zeichnung zu urtheilen, welche Ibsen von *Python* geliefert, ist sie stärker als bei den Schlangen entwickelt, ja sie scheint sogar mit Bezug auf ihre Grösse im Verhältniss zu den übrigen Labyrinththeilen nicht unbedeutend die der Schildkröten zu übertreffen. Das Verhalten des *utriculus* weicht im Allgemeinen wenig von dem bei den Reptilien, bei den Vögeln, Fröschen und einem Theile der Fische ab. Eigenthümlich ist dagegen der *sacculus*, sowohl wegen seiner Grösse, als noch mehr mit Bezug auf seine Lage. Was ersteren betrifft, so erinnert er, wie auch in seiner Form, an das Verhalten bei den Schildkröten, bei verschiedenen Amphibien und Fischen (wir verweisen dabei auf Ibsen's Zeichnungen des Labyrinths von *Raja* und *Siredon*) und bei *Python*. Was die Lage betrifft, so scheinen auch die Schlangen, wenn wir nach Ibsen's Zeichnungen annehmen, dass *Python* eine niedere Entwicklungsstufe repräsentirt als die Eidechsen, einen Uebergang zu bilden. Bei *Python* schiebt sich der Sack schon ziemlich hoch empor und erreicht mit seiner oberen Wand beinahe den oberen Rand des *utriculus* (ein Verhalten, das, obwohl nicht so ausgeprägt, auch bei den Schildkröten vorhanden ist), bei den Eidechsen dagegen reicht derselbe ein Stück über den oberen Rand desselben empor und nimmt damit die

höchste Stellung ein, die er bei den Wirbelthieren überhaupt erreicht, um später bei den Schildkröten, den Crocodilen und den Vögeln im Zusammenhange mit einer höheren Entwicklung der Schnecke wiederum allmählig in den Raum zwischen dieser und dem *utriculus* herunterzusinken, eine Stellung, die er früher schon bei den Fischen und Fröschen hatte und jetzt wieder, wenn auch lange nicht in der Ausdehnung, bei den Säugern und dem Menschen einnimmt.

Mit Bezug auf die Lage der Ampullen, der Längsaxe derselben, und des Verhaltens dieser zu den Bogengangsebenen verweise ich auf die Beschreibung des knöchernen Labyrinthes. In ihrer Grundform stimmen sie sowohl unter einander, als mit dem Verhalten bei den übrigen Wirbelthieren überein. Sie bilden demnach (Fig. 18—22) ovale, an der einen Seite ein wenig abgeplattete Bläschen mit einem Längsdurchmesser, der etwa $1\frac{1}{2}$ mal so gross als der quere ist, und zwei Oeffnungen, durch welche sie einerseits mit den Bogengängen, andererseits mehr oder minder direkt mit dem *utriculus* communiciren. Die abgeplattete, oder besser gesagt in der Mitte durch eine Querfurche eingedrückte Wand, der Ampullenboden, wie man ihn nennt, bildet die unmittelbare Fortsetzung der convexen Wand der zugehörigen Bogengänge. Er sieht an der sagittalen Ampulle nach hinten und zugleich etwas nach innen und unten, an der frontalen nach unten und zugleich etwas nach innen und vorne, an der horizontalen nach aussen und ein klein wenig nach unten. Die soeben erwähnte und in der Mitte dieser Fläche befindliche Querfurche (Fig. 20, 22 *f*) begiebt sich an der sagittalen und frontalen Ampulle, indem sie sich allmählig verliert, eine ganz kurze Strecke an beiden Seiten empor, dagegen erstreckt sie sich an der horizontalen, gerade wie bei den übrigen Wirbelthieren, nur an der einen, nämlich an der nach oben gewandten Fläche, allein dafür auch weiter bis gegen das Dach hin. In diesen Furchen liegen die zu den Ampullen gehenden Nerven, und sie scheinen die Beschaffenheit derselben zu bedingen. An der sagittalen und frontalen Ampulle geht nämlich der zugehörige Nervenzweig (Fig. 20 *p*, *q*) zur Mitte der Furche und theilt sich dort in zwei, nach jeder Seite verlaufende Aeste; an der horizontalen dagegen (Fig. 20 *p'*) zum einen Ende der Furche, und zwar zum tieferen, am Boden gelegenen, und verläuft dann ungetheilt längs derselben. Aus dem Inneren der frontalen und sagittalen Ampulle schimmern sowohl ihre am Boden gelegenen *cristae acusticae* (Fig. 20 u. 22 *g*) und die *septa cruciata* (*g'*), als auch seitlich die *plana semilunata* (*g''*) durch; in der horizontalen dagegen (Fig. 22 *C*) fehlt das *septum cruciatum*, und nur an der oberen Wand findet sich ein *planum semilunatum* (*g''*) ganz in Uebereinstimmung mit dem Verhalten bei den anderen Wirbelthieren, namentlich bei den Vögeln.

Die vorhin erwähnte, den Ampullen gemeinsam zukommende Grundform ist aber wegen der Ungleichheit der Verbindung mit dem *utriculus*

bei allen modificirt und etwas verschieden. Aus unserer Untersuchung des Inneren des knöchernen Labyrinthes wissen wir schon, dass die horizontale und sagittale Ampulle mit dem *recessus utriculi* eine dreieckige, in dem vorderen Ampullenhohlraume gelegene Gruppe bilden. Am weitesten nach vorne liegt die sagittale Ampulle, hinter dieser nach innen der *recessus*, nach aussen die horizontale Ampulle. Letztere beiden divergiren jedoch mit ihren im Wesentlichen horizontalen Längsaxen so viel nach hinten, dass sie nur mit den vorderen Hälften ihrer einander entgegenstehenden Flächen zusammenstossen. Dagegen ragt die sagittale Ampulle, deren Hauptrichtung senkrecht ist, mit ihrer unteren Hälfte ohne Berührung mit der anderen frei nach unten. Mit der oberen Hälfte der Hinterfläche legt sie sich an dieselben an, allein hier fehlt ihr, so zu sagen, der grösste Theil des Bodens und der benachbarten Theile der Seitenwände. Der äusseren Hälfte der auf diese Weise entstandenen, grossen Oeffnung (Fig. 22 *h*) entspricht eine ähnliche der horizontalen Ampulle, die auf Kosten des inneren Drittels des Dachs derselben entstanden ist, der inneren eine Oeffnung an der vorderen, äusseren Wand des *recessus utriculi*. An den Rändern derselben gehen die dort zusammenstossenden Ampullen- und *recessus*- Wände in einander über. Da diese jedoch alle nach aussen convex sind, so ragen auch die Ränder der Oeffnung scharf vorspringend, beinahe wie Klappen in das Lumen hinein. Nach hinten hin wird die Oeffnung noch mehr dadurch vergrössert, dass auch ein Theil, beinahe die Hälfte, der gemeinsamen Scheidewand (Fig. 22 *i*) zwischen dem *recessus* und der horizontalen Ampulle verschwunden ist. Auf diese Weise communicirt die sagittale Ampulle direkt mit dem *recessus*, die horizontale dagegen wesentlich durch Vermittlung der sagittalen und nur zum kleineren Theile direkt. Diese Vereinigung wird aber nur auf Kosten ihrer selbst erzielt, und die Selbständigkeit, welche diese beiden Ampullen gewöhnlich besitzen, so dass sie entweder jede für sich mittelst eines kurzen Verbindungsrohrs, oder gewöhnlich beide zusammen mittelst eines gemeinschaftlichen in den *recessus utriculi* übergehen, ist somit bei den Eidechsen nicht vorhanden.

Einfacher ist das Verhalten an der frontalen Ampulle. Das vordere, obere Ende derselben wird nämlich durch einen von demselben ausgehenden, von aussen nach innen etwas abgeplatteten Kanal (B'') ersetzt, dessen Weite ungefähr zwei Drittheilen des Querdurchmessers der Ampulle entspricht, und welcher mit Beibehaltung der Längsrichtung der Ampulle von dort zum hinteren Theile des *utriculus* verläuft, in den er einmündet. Seine Länge ist bei *Lacerta agilis* und *ocellata* etwas verschieden. Bei ersterer entspricht er nämlich ungefähr der Eigenlänge der Ampulle, bei letzterer ist er ein und ein halb Mal so lang. [1]) Die frontale Ampulle besitzt

[1]) Der grössere Umfang, den das Labyrinth bei *Lacerta ocellata* im Verhältniss zu

somit bei den Eidechsen einen Ursprungskanal, wie ich denselben nennen möchte. Nach Breschet [1]) kommt auch bei *Raja* ein ähnlicher Kanal vor, was auch Ibsen's Zeichnung von *Raja batis* bestätigt. Er besitzt doch hier eine viel grössere Länge, ist aber relativ schmäler und ähnelt in Folge dessen den Bogengängen vollkommen. Auch bei *Siredon* ist er, nach Ibsen's Tafeln zu schliessen, vorhanden und von grösserer Länge, als bei den Eidechsen. Ebenso kommt er bei den Schildkröten vor, ist aber viel geringfügiger, und noch kleiner ist die blosse Andeutung derselben bei den Fröschen. Bei den Teleostiern, Vögeln, Säugern und Menschen wird er durch ein kurzes Rohr ersetzt, durch welches die Ampulle mit dem *utriculus* zusammenhängt; nur bei den Seehunden ist er nach der Untersuchung Ibsen's vorhanden und besitzt sogar eine bedeutende Ausdehnung. Deutet vielleicht sein Vorkommen auf ein bestimmtes Längenverhältniss zwischen dem sagittalen und frontalen Bogengange?

Die Grösse der Ampullen der Eidechsen in ihrem Verhältnisse zu einander zu beurtheilen, ist, zu Folge der abgestutzten Gestalt der vorderen schwierig. Doch scheint die frontale etwas grösser als die anderen zu sein. Die allgemeine Regel ist ja, dass sie alle gleiches Volumen besitzen.

An ihrem einen Ende communiciren demnach die Ampullen mit dem *utriculus*, vom anderen gehen die Bogengänge aus. Was deren Ursprung, Verlauf und Richtung betrifft, so verweisen wir ebenfalls auf die Beschreibung der Erhöhungen, welche denselben auf der Aussenfläche des Labyrinthes entsprechen. Nur über das schliessliche Verhalten des horizontalen Bogengangs haben uns diese keinen Aufschluss gegeben; wir konnten ihn ja nur bis zum hinteren Rande des äusseren Vorsprungs verfolgen, welcher dem gemeinschaftlichen Bogengange (Commissur) entspricht, dort verschwand derselbe. Wir finden nun, dass er (Fig. 18, 20 u. 21) in der Nähe dieser Stelle allmählig an Weite zunimmt und, wenn er an dem gemeinsamen Bogengang angekommen ist, mit noch stärkerer Erweiterung nach aussen von diesem sich fortsetzt. Mit seinem vorderen Theile, welcher eine bedeutende nach vorne und oben gewandte Erweiterung (*k*) besitzt, geht er sogar eine kleine Strecke vor demselben vorbei, biegt sich dann gerade nach unten und mündet mit einer länglichen, beinahe elliptischen, schräg nach unten und vorne, aber auch ein wenig nach innen gewandten Oeffnung, mit dem untersten Theile des gemeinsamen

---

dem von *Lacerta agilis* besitzt, beruht weit mehr auf einer grösseren Länge aller dazu gehörenden Kanäle, als auf einer Volumsvermehrung aller einzelnen Theile, obgleich auch eine solche vorhanden ist. Besonders gilt das für die Schnecke, welche bei *ocellata* im Verhältniss zu der der *agilis* kürzer, und in Folge dessen relativ breiter ist.

1) Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouie des poissons. 1838. p. 55.

Ganges zusammen, in das hintere obere Ende des *utriculus* (Fig. 20, 21, u. 23*l*). Die Erweiterung desselben beruht doch eigentlich nur auf einer Zunahme an Höhe, zu dessen Folge die Innen- und Aussenwand bedeutend grösser werden, als die obere und untere. Die innere Wand erhält ausserdem an dem Theile, welcher nach aussen von dem gemeinsamen Bogengange liegt, einen Eindruck von Seiten desselben und erscheint auf diese Weise nach aussen, oder vielmehr gegen das eigene Lumen des Bogengangs convex (Fig. 23). In seinem übrigen Verlaufe besitzt der horizontale Bogengang — soweit nach dem Aussehen desselben nach der Präparation, während welcher es doch beinahe unmöglich ist, diesen sowohl wie die anderen vor kleineren von Knochensplittern oder Instrumenten herrührenden Eindrücken zu bewahren, ein Urtheil gefällt werden darf — überall ein kreisrundes Lumen von überall fast der gleichen Weite. Dass dies das Verhalten sowohl in der Mitte des lateralen Theils desselben, als an der Kreuzungsstelle, und dass demnach die Form seines Lumens von der des knöchernen Kanals unabhängig ist, haben Querschnitte durch das gesammte, entkalkte Labyrinth gezeigt. An der Kreuzungsstelle liegt er dicht an der Vorderfläche des frontalen Bogengangs, ist jedoch ebenso wenig wie bei den anderen Wirbelthieren damit vereinigt. Das Lumen des sagittalen und frontalen Bogengangs scheint auch im grössten Theile ihres Verlaufes kreisrund zu sein. In der Nähe der Vereinigung werden sie beide allmählig weiter, oder nehmen eigentlich an Höhe zu und münden mit ovalen Oeffnungen in den gemeinsamen Bogengang. Am weitesten oben, so lange er noch im knöchernen Kanale liegt, besitzt dieser ein beinahe kreisrundes Lumen, allein dann wird er von aussen nach innen abgeplattet und geht mit einer nach unten gewandten, ovalen und zur Längsaxe sagittalen Oeffnung (Fig. 20 u. 23*m*) in den hinteren Theil des *utriculus* über.

In diesen, der auch wohl als *sinus medianus* oder *sinus utriculi* bezeichnet wird, und der dem hinteren Theile des von Hasse sogenannten eigentlichen *utriculus* oder dem untersten Ende seiner Bogengangscommissur homolog, haben wir somit drei Kanäle verfolgt. Allein noch ein vierter mündet in denselben hinein, nämlich der relativ enge Kanal, das Homologon des vorderen Theils des eigentlichen *utriculus* der übrigen Wirbelthiere, wozu das mittelste Stück des *utriculus,* welcher den *recessus* und *sinus* desselben vereinigt, bei den Eidechsen reducirt ist. Die Lage des *recessus* und das Verhalten des selben zu den angrenzenden Ampullen ist schon angegeben. Was die Form betrifft, so bildet er eine kolbenförmige, an das Köpfchen eines Metacarpalknochens erinnernde, nach aussen gerichtete Erweiterung des vorderen, unteren Utricularendes mit oberer, äusserer und unterer convexer, dagegen beinahe ebener innerer Wand. Das Volumen desselben beträgt ungefähr zwei Drittel desjenigen der Ampullen. Mit seiner unteren Wand liegt er

in derselben Horizontalebene, wie die untere der horizontalen Ampulle, allein niedriger als diese erreicht er mit seiner oberen Wand nicht das *niveau* der oberen derselben, und desshalb ist auch der obere gewölbte Theil der Ampulle bei der Betrachtung von hinten (Fig. 18) oberhalb des *recessus* sichtbar. An dem Boden desselben zeigt ein dreieckiger, dunkler Fleck, welcher etwas mehr als die Hälfte einnimmt, das Vorhandensein eines Nervenepithels an und wird zum grössten Theile von einer ebenfalls dreieckigen, nicht sonderlich dicken und leicht aus ihrer Lage zu bringenden Otolithenscheibe (Fig. 20 u. 22 *o*) bedeckt. An der Unterfläche des Bodens breitet sich ein Zweig des *ramus vestibularis nervi acustici* (Fig. 20 *p''*) aus. Vom *recessus* geht dann der mittlere Theil des *utriculus*, der Utricularkanal, wie man denselben nennen könnte, nach hinten, oben und etwas nach innen zum unteren, vorderen Theile des *sinus utriculi*. Er ist etwas enger als der Ursprungskanal der frontalen Ampulle, allein weniger abgeplattet als dieser. Am *sinus* stossen die unteren Wände der beiden unter einem beinahe rechten, aber abgerundeten, nach unten hin offenen Winkel zusammen, und sie bilden auf diese Weise die transverselle Wand, welche man als Boden des *sinus* betrachten kann. Der Rest desselben und der grösste Theil der Seitenwände wird von den Oeffnungen der beiden Kanäle eingenommen.

Schwieriger ist es, sich das Verhalten an der oberen Wand, dem Dache des *sinus* (Fig. 20, 21 u. 23), dem Homologon des unteren Endes der Bogengangcommissur der anderen Wirbelthiere, vorzustellen. Dasselbe ist auch zum grössten Theile von zwei Oeffnungen, den Mündungen des horizontalen und des gemeinsamen Bogengangs, eingenommen. Sie sind beide länglich, die erstere (Fig. 20, 21 u. 23 *l*) beinahe elliptisch, die letztere (*m*) oval, und an beiden ist der Längsdurchmesser von vorne nach hinten gerichtet. Allein jeder dieser Längsdurchmesser entspricht etwas mehr als der Hälfte des Abstandes zwischen der vorderen und hinteren Wand des *sinus*, ersterer etwas weniger, letzterer etwas mehr als zwei Dritteln desselben, und da nun jede der beiden Oeffnungen mit dem einen Ende an einer der beiden Wände liegt, so kommen sie somit in der Mitte des Dachs in der ganzen Breite an einander zu liegen, und in Folge der Lage der Kanäle die Oeffnung des horizontalen Bogengangs nach aussen von der des gemeinsamen. Der vordere Theil des Dachs wird dagegen ausschliesslich von der Oeffnung des ersteren, der hintere von der des letzteren eingenommen. In der Mitte treffen auf diese Weise die einander zugekehrten Wände der beiden Kanäle, die äussere des gemeinsamen, die innere des horizontalen, zwischen den beiden Oeffnungen zusammen und bilden auf diese Weise eine dünne sagittale Falte (Fig. 20 u. 21 *n*), deren scharfer, halbmondförmiger Rand nach unten und etwas nach vorne gerichtet ist. Allein nun wird das Verhältniss dadurch complicirt, dass die beiden

Oeffnungen nicht ganz dieselbe Richtung besitzen, sondern wie bei den übrigen Thieren einen, wenn auch hier sehr kleinen Winkel mit einander bilden. Die hintere sieht nämlich gerade nach unten, die vordere dagegen zugleich nach vorne und dabei ein wenig nach innen. In Folge dessen entfernen sie sich nach vorn von einander. Die innere Wand des *sinus* schiebt sich mit einem Zipfel zwischen dieselben hinein, und desshalb theilt sich die vorhin erwähnte Falle vorne in zwei, eine innere und eine äussere. Erstere (Fig. 20 u. 21 *n'*) ist scharf, nach unten gewandt und entsteht durch den Uebergang der inneren Wand des *sinus* in die äussere Wand des gemeinsamen Bogengangs; letztere (Fig. 20 u. 21 *n''*) ist undeutlicher und zeigt den Uebergang derselben Sinuswand in die innere Wand des horizontalen Ganges an. Betrachten wir nun schliesslich, wie die übrigbleibenden Wände des *sinus*, die innere und äussere, entstehen, so finden wir, dass erstere, welche eine bedeutend nach innen gerichtete Convexität besitzt, eine Vereinigung der inneren Wände der beiden unteren Kanäle und der ganzen Innenwand des gemeinsamen, sammt des vordersten Theils derselben Wand des horizontalen Ganges bildet, während dagegen die mehr abgeplattete, äussere durch die Vereinigung der Aussenwände der beiden unteren Kanäle und der ganzen Aussenwand des horizontalen, aber nur des hinteren Theils derselben Wand des gemeinsamen Ganges zu Stande kommt.

An der letzteren Sinuswand, der äusseren, findet man bei näherer Untersuchung gerade unterhalb des hinteren Endes der Oeffnung des horizontalen Bogengangs ein äusserst kleines Loch (Fig. 20 u. 21 *t*). An der Innenwand des *sacculus* entspricht demselben ein ähnliches, und sie bilden die beiden Oeffnungen eines äusserst kurzen Kanals, welcher wie bei den Cyprinoiden, nur nicht so ausgedehnt, die beiden Höhlen mit einander verbindet. Die Sinusöffnung besitzt wulstige Ränder und sieht nicht blos nach innen, sondern auch etwas nach oben und vorn. Nur bei der Betrachtung in der entsprechenden Richtung kann man daher aus dem einen Hohlraume in den anderen sehen. Einen Kanal habe ich wohl nicht, ebenso wenig wie Hasse bei den Schildkröten, präpariren können, allein ich schliesse doch auf die Anwesenheit desselben aus dem Umstande, dass man nach der Trennung der beiden Säcke nur an einem derselben die kleine Oeffnung wiederfindet, während an dem anderen die Stelle derselben von einem kleinen Zapfen eingenommen wird, den, wie ich vermuthe, die zusammengefallenen Wände des Kanals bilden. Er ist jedoch so klein, dass man auch annehmen könnte, er bestände nur aus beim Lospräpariren aus seiner Lage gebrachtem Epithel. Nur an dieser Oeffnung hängen die Wände des *utriculus* und *sacculus* zusammen, im Uebrigen sind sie vollständig getrennt. Von allen bisher sorgfältiger untersuchten Labyrinthen scheinen so-

nach, mit Ausnahme von *Cyprinus*, die Eidechsen die engste Communication zwischen den beiden Vorhofsäcken zu haben.

Beinahe vollkommen frei, jedoch dicht an der äusseren Wand des *sinus utriculi* und der darin einmündenden Kanäle liegt somit die innere Wand des *sacculus* (*a*). Dieser bildet einen im Umkreise beinahe kreisrunden Sack, dessen sagittaler Durchmesser jedoch etwas grösser, als der verticale ist. Vollständig vertical steht jedoch die letztere Axe nicht, sondern weicht unten nicht unbedeutend nach aussen ab. Am besten würde die Richtung desselben (Fig. 14) durch eine vom unteren Rande des mittelsten Theils der *crista vestibularis* zum inneren Theile der Schneckenmündung des Vorhofs gezogene Linie ausgedrückt. Nach oben erstreckt sich der Sack bis zum unteren Rande der soeben genannten Leiste, und somit eine Strecke weit nach oben über den oberen Rand des erweiterten Endtheils des horizontalen Bogengangs. Nach unten ruht er mit seinem alleruntersten Theile auf der äusseren Wand, oder eigentlich auf dem Dach der häutigen Schnecke und ragt auf diese Weise noch ein wenig in die *cavitas cochleae;* nach vorn und hinten erreicht er nicht vollständig die entsprechenden Wände des Vorhofs. Was seine Form betrifft, so wird diese hauptsächlich von der darin eingeschlossenen, grossen Otolithenmasse bestimmt, und wir wenden uns deswegen zuerst zu dieser.

Sie bildet eine kreideweisse Scheibe (Fig. 15, 18 u. 19) von bedeutender Dicke mit, soweit ich gefunden habe, beinahe vollkommen kreisrundem Rande und zwei gewölbten Flächen. Die eine derselben sieht nach aussen und etwas nach oben, die andere nach innen und etwas nach unten. Man kann sie als Flächensegmente zweier ungleich grosser Sphäroide betrachten, deren diejenige, welcher die innere Fläche zugehört, wenigstens doppelt so gross, als die der äusseren ist. Die erstere Fläche ist demnach bedeutend flacher als die letztere, dagegen ist sie gleichmässiger gewölbt als diese, welche in der Mitte nicht unbedeutend abgeplattet ist. Von dem Grade ihrer relativen Wölbung kann uns auch die Dicke des Otolithen, welche in der Mitte etwa die Hälfte des Durchmessers desselben ausmacht, einen Begriff geben, wenn wir hinzufügen, dass nur ein Drittel derselben durch die Wölbung an der inneren Seite hervorgerufen erscheint. Am Rande gehen sie unter einem beinahe rechten, abgerundeten Winkel in einander über. So lange der Otolith noch unverletzt ist, besitzt er eine ziemlich bedeutende Festigkeit und behält auch isolirt seine Form bei. Ist er einmal verletzt worden, mag die Verletzung auch noch so geringfügig sein, so fällt er nach und nach von selbst zu einem Haufen kleiner Crystalle zusammen. Er scheint demnach auch bei den Eidechsen eine eigene, aber aussen ausserordentlich dünne und bei Loupenbetrachtung unsichtbare Hülle zu besitzen.

Nach der Form des Otolithen richtet sich nun auch, wie erwähnt, die

Grundform des *sacculus*, welcher von ihm beinahe vollständig ausgefüllt wird. Er besitzt demnach wie dieser zwei gewölbte Wände, eine äussere und eine innere. Erstere (Fig. 24 a''') ist so ausserordentlich dünn, dass meine Bemühungen sie relativ unverletzt isolirt zu bekommen niemals von vollständigem Erfolge gekrönt waren, sei es, dass ich sie am Sackrande abzuschneiden versuchte, sei es, dass ich nach der Theilung des Sacks in zwei Hälften die eine Otolithenhälfte herausnahm. Wie sich schliesslich zeigte, war die beste Methode die, die beiden Sackhälften in mit Salzsäure schwach angesäuerten Alkohol zu legen und auf diese Weise der Säure die Auflösung des Otolithen zu überlassen. Die innere Wand (Fig. 20, 21, 24 u. 25 *a''*) besitzt dagegen eine beträchtlichere Dicke und Festigkeit und behält daher ihre Form leichter bei. Die Wölbung derselben, oder die Aushöhlung entspricht vollkommen der Innenfläche des Otolithen. Mit Bezug auf die Grösse übertrifft sie jedoch diese. Sie ragt (Fig. 18, 19, 24 u. 25) nämlich am ganzen Rande, vielleicht mit Ausnahme des vor der Schnecke gelegenen Theils ein klein wenig über den Otolithen hinaus. Am hinteren Rande nimmt das auf diese Weise vom Otolithen nicht bedeckte Stück von oben nach unten an Breite zu, bis es ungefähr dreimal die Breite des übrigen freien Randes hat, um sich an der Schnecke plötzlich wieder zu verschmälern, oder vielleicht ganz zu verschwinden. Von diesem Stücke (Fig. 24 u. 25 *b*) schlägt sich die äussere Wand nicht wie sonst direkt und unter gleichmässiger Rundung auf die Aussenseite des Otolithen, sondern biegt sich mehr nach vorne, um sich erst später, wenn sie den Otolithen erreicht, im scharfen Winkel nach aussen zu wenden. So entsteht hier längs dem hinteren Rande eine von den beiden Sackwänden gebildete, gegen das Lumen desselben offene, schmale Rinne (Fig. 18, 19 u. 24). Verfolgt man dieselbe nach unten, so findet man nicht an dem Boden derselben, wie man vermuthen sollte, sondern ein klein wenig davon entfernt, eine schmale, sagittale Spalte (Fig. 27 *c*) mit wulstigen Rändern. Sie liegt an demjenigen Theile der Sackinnenwand, welcher auf dem Dache der Schnecke ruht, dicht an der Innenwand und ganz nahe der hinteren Ecke der letzteren, und ihr entspricht eine deutliche Spalte im Schneckendach. Sie führt demnach vom *sacculus* zur Schnecke, bildet die einzige Communication zwischen den beiden und zeigt sich, was die Schwierigkeit dieselbe zu finden und durch dieselbe hindurchzusehen betrifft, welch Letzteres in Folge der wulstigen Ränder nur bei einer gewissen Lage des Präparates möglich ist, als ein würdiges Seitenstück derselben Oeffnung oder des *canalis reuniens* bei den Vögeln und Säugethieren. An dem Präparate, welches unserer Zeichnung zu Grunde lag, war das dicke Epithel an der inneren Wand des *sacculus* nach der Behandlung mit Säuren abgelöst. Die Spalte erscheint desshalb breiter und mit schärferen Rändern versehen zu sein, als wenn das Epithel noch da

ist. Die unteren zwei Drittel der Innenwand des Sacks sind nämlich, wie wir wohl im Voraus angeben können, von einem höheren, anders beschaffenen, schon von Deiters beobachteten Epithel bekleidet, als die übrigen Theile desselben und erhalten dadurch eine dunklere Färbung als diese. Die obere Grenze desselben (Fig. 21 *s*) verläuft gerade oberhalb der Oeffnung, die in den *utriculus* führt.

An diesem unteren Theile der inneren Sackwand breitet sich auch ein vom Schneckenaste des Hörnerven kommender Zweig (Fig. 24 *q'''*) aus, welcher ebenfalls nicht leicht zu entdecken ist. Er wird nämlich zum Theil vom Hauptstamme des Nerven, zum Theil von dem Zweige zur frontalen Ampulle bedeckt und wird deswegen erst nach dem Wegpräpariren derselben sichtbar. Von der äusseren Seite des Schneckenastes, etwas höher als die übrigen Zweige desselben entspringend breitet er sich unmittelbar nach seinem Ursprunge nach drei Seiten hin an der Sackinnenwand und deren *macula acustica*, nach oben, nach unten vorne, und nach unten hinten aus. Von aussen betrachtet bildet daher der isolirte Nerv eine nach aussen concave, dreieckige Fläche mit nach oben vorne gerichtetem, oberem Winkel und mit sich verschmälernden, von allen drei Winkeln entspringenden Spitzen.

Die beiden nothwendigen und man könnte sagen bisher allein gesetzmässigen Oeffnungen des *sacculus*, mittelst welcher derselbe mit dem *utriculus* und der Schnecke in Verbindung steht, haben wir somit gefunden. Allein er besitzt auch noch eine dritte, die leichter als die übrigen in die Augen fällt, obgleich ich bei der Entdeckung derselben kaum meinem Befunde Glauben schenken wollte, ohne Kenntniss, wie ich da war, von den ähnlichen Befunden Ibsen's und Böttcher's[1]) bei anderen Wirbelthieren. Sie liegt (Fig. 18, 20 u. 21 *F''*) hoch oben an dem vorderen Theile der Innenwand des Sacks, nicht ganz im Niveau der oberen Wand des Endtheils des horizontalen Bogengangs. Bei *Lacerta agilis* ist sie etwas weiter vorne und dem Rande des *sacculus* näher, als bei *ocellata* gelegen und wie der davon ausgehende Kanal bei ersterer relativ weiter, als bei letzterer. Mit Bezug auf die Form etwas länglich, besitzt sie einen scharfen und vorspringenden unteren Rand, dagegen undeutlichere obere und seitliche Begrenzungen. Sie bildet nämlich die Einmündung eines Kanals in den Sack, der dieselbe Weite wie das Lumen der Oeffnung besitzt, und dessen Wände an ihrer Peripherie in die des Sacks übergehen. Allein dieser Gang liegt dem Sack dicht an, und in Folge dessen müssen die Ränder der Öffnung ihre vorhin erwähnte Beschaffenheit bekommen, und seine Mündung das Aussehen einer Spalte annehmen. Von der Einmündungsstelle ab geht der Kanal schräg nach

1) Ueber den aquaeductus vestibuli bei Katzen und Menschen. Archiv für Anatomie und Physiologie 1869 p. 372.

unten und hinten zum unteren Rande des *utriculus*, in der Nähe des Winkels zwischen diesem und dem Ursprungskanale der frontalen Ampulle, und liegt auf diese Weise mit seinem unteren Theile zwischen dem zuerst genannten und dem Sack. Ganz unten ist er durch Bindegewebe innig mit dem *utriculus* vereinigt, um dessen unteren Theil er sich nach oben biegt, um darauf an der Innenwand des *sinus utriculi* zur Oeffnung des *aquaeductus vestibuli* aufwärts zu verlaufen und, nachdem er in diese hineingetreten, sich zur oberen Mündung des Aquädukts in der Schädelhöhle zu begeben. Beim Heraustreten aus derselben nimmt er schnell einen doppelt so grossen Umfang an und läuft darauf ohne, soweit ich habe finden können, die *dura mater* zu durchbohren nach oben, aber zugleich etwas nach vorne und in Folge der Neigung der Knochenfläche auch nach innen, bis derselbe gerade vor dem *occipitale-superius* die Schädelwölbung erreicht und beinahe mit dem Kanale der anderen Seite zusammenstösst, mit welchem er jedoch keine sichtbare Verbindung eingeht. Hier schwillt er nun zu einer länglichen, kolbenförmigen Bildung an und scheint damit blind zu enden. In der Hoffnung eine Fortsetzung zu finden, versuchte ich vom *foramen vestibulare* aus denselben zu injiciren, nachdem ich vorher mittelst einer durch dieselbe Oeffnung eingestochenen Präparirnadel nach bestem Vermögen die äussere Wand des *sacculus* und den Otolithen zerstört hatte. Ich hatte Glück. Er füllte sich bis in den Kolben hinein, allein ich konnte dessen ungeachtet denselben nicht mit Sicherheit weiter verfolgen.[1]) Die direkte Präparation desselben wird ausserdem bedeutend durch die unmittelbar vor dem Endkolben gelegene Vereinigung des *sinus transversus* mit dem *sinus longitudinalis* erschwert, so dass man wenigstens bei *Lacerta agilis* nur mittelst einer Untersuchung von Schnittreihen einen vollständigen Einblick in das Endverhalten desselben gewinnen kann.

Der so eben beschriebene Kanal, der *aquaeductus vestibuli membranaceus*, mündet somit nicht blos bei den Schlangen, den Schildkröten und Crocodilen, wie Ibsen gefunden hat, sondern auch bei den

1) Da der Gedanke einer Injection sehr leicht entstehen muss, so erwähne ich dieselbe nur als ein *opus operatum* und schreibe derselben keine Beweiskraft zu weder für, noch gegen den blinden Verschluss des Kanals und dessen Oeffnung in den Raum der *dura mater*, oder seiner Fortsetzung gegen irgend welche Höhle hin. Der Druck konnte nicht bedeutend sein, da die Injectionsflüssigkeit durch den *canalis lymphaticus* und die Gefässe, denn die Venen waren auch injicirt, freien Abfluss hatte. Einen Erguss in der Nähe des Endkolbens fand ich doch nicht. Es ist immerhin möglich, das ich nicht den Kanal selbst, sondern nur dessen periostale Hülle injicirte, allein die Wahrscheinlichkeit einer solchen Annahme wird durch das Verhalten der früher erwähnten Injection ins Labyrinth mit unbeschädigten häutigen Theilen, wobei der Kanal sich nicht füllte, verringert. Bei einer mikroskopischen Untersuchung wird eine ähnliche Injektion vielleicht nützen.

Eidechsen in den *sacculus*. Böttcher[1]) hat neulich erwähnt, dass die Wasserleitung auch bei den Säugern ein analoges Verhalten zeigt. Bei diesen soll sie inzwischen nach seiner Behauptung sowohl mit dem *sacculus*, wie mit dem *utriculus* communiciren, und Ibsen lässt sie entweder zu diesem oder jenem gehen. Die Vermuthung, dass sie auch bei den Eidechsen bei ihrer Biegung um den *utriculus* sich in diesen öffnete, lag daher nahe, allein ich habe eine Communication zwischen ihnen nicht blos nicht finden können, sondern bin auch vollkommen überzeugt, dass bei diesen Thieren eine solche nicht existirt.

Wir haben im Vorhergehenden gesehen, dass Ibsen, und das wenigstens nicht ohne Grund, die Wasserleitung mit den von Geoffroy entdeckten, von Weber als *sinus auditorius* und Breschet als *canal du tube ascendant* näher beschriebenen, sogenannten *recessus labyrinthi* der Plagiostomen homologisirt hat, welcher jedoch nicht durch die Schädelhöhle geht, sondern direkt aus dem Labyrinthe zur Oberfläche des Kopfes zieht. Er ist jedoch nicht der Erste, der das gethan, da schon Rathke[2]) bei Embryonen von *Coluber natrix* deutlich einen in der Schädelhöhle liegenden, relativ grossen, mit Kalksalzen gefüllten Sack, welcher durch einen engen Kanal mit dem Labyrinthe verbunden war, nachgewiesen und denselben als das Homologon des Weber'schen *sinus auditorius* gedeutet hat. Der Umwandlung desselben zum *aquaeductus vestibuli* erwähnt er freilich nicht, und noch weniger äussern sich Emmert und Hochstetter[3]) in Betreff zweier ähnlicher Säcke darüber, welche sie lange vor Rathke, jedoch nur durch die Bedeckung und ohne sie näher zu untersuchen, bei Embryonen eben von *Lacerta agilis* beobachteten, allein statt dessen thut es Gegenbaur[4]) auch für die Eidechsen und schliesst auf diese Weise die Kette der Vergleichung.

Bei den Rochen, Haien und bei *Chimaera* mündet der *recessus* frei an der Oberfläche des Schädels. Ist das nun möglicherweise auch mit dem Aquaedukte der Eidechsen der Fall? Bildet der im Vorhergehenden erwähnte, durch das *os parietale* von der Oberfläche schräg nach hinten zur Schädelhöhle gehende Kanal, dessen innere Mündung sich in der That ganz nahe dem Endkolben des Aquädukts befindet, eine ähnliche Communication? Eine von der äusseren Oeffnung aus versuchte Injektion ergab ein negatives Resultat, allein auch dieses ist nicht beweisend, da schon der knöcherne Kanal und noch mehr der häutige, wenn ein solcher existiren sollte, bei *Lacerta agilis* zu eng ist, als dass derselbe selbst die feinste

1) l. c. p. 374.
2) Entwicklungsgeschichte der Natter. Königsberg 1839. p. 142.
3) Reil's Archiv für die Physiologie Bd. X p. 91.
4) l. c. p. 769.

Kanüle aufnehmen könnte und die Spitze derselben desshalb nur in die genannte Oeffnung gedrückt werden kann. Dass in diesem Falle die beiden inneren Kanäle bei den Eidechsen sich vereinigen und nur eine äussere Oeffnung besitzen würden, spricht nicht gegen die Homologie, da dies auch nach BRESCHET[1]) mit den beiden *recessus* bei *Raja* und *Torpedo* der Fall. Dagegen ist wohl ihre Wahrscheinlichkeit wegen der Lage und der Formverhältnisse des *recessus* wenigstens nicht gering. Er läuft nämlich wie der Aquädukt dem gemeinsamen Bogengange parallel, gerade vor diesem nach oben, erweitert sich wie dieser an seinem oberen Ende und kurz vor der Ausmündung zu einem Kolben. Dass der *recessus* der Rochen durch das Dach des Labyrinthes heraustritt, der Aquädukt dagegen schräge die innere Wand durchbohrt, scheint mir ein wenig wesentlicher Unterschied zu sein, vorausgesetzt, dass der letztere nicht zugleich die *dura* durchbohrt, an welches Verhalten ich nicht glaube. Ausserdem bildet der *recessus* bei *Chimaera* einen Uebergang. Nach BRESCHET's Beschreibung, wenn ich sie recht verstehe, läuft nämlich der *recessus* derselben durch einen in der unvollständig knorpligen Innenwand des Labyrinthes befindlichen Kanal, dem *aquaeductus osseus* entsprechend, welcher sich jedoch bis zur oberen Fläche des Labyrinthes empor erstreckt. Eine definitive Entscheidung können natürlich nur embryologische Untersuchungen bringen.

Wir haben uns im Vorhergehenden, beinahe ohne Hülfe irgend einer älteren Untersuchung, in den Vorhofstheilen bis zur Schnecke herunter zurecht gefunden. Bei letzterer fängt nun die Leitung DEITERS durch seine Abhandlung an. Sie ist jedoch anfangs in so fern etwas verwirrend, dass seine Angaben über das Verhalten der Lage beständig zu unrichtigen Vorstellungen führen. Er ist aber so consequent, immer eine Richtung anzugeben, die der richtigen diametral entgegengesetzt ist, dass man, wenn man beständig unten statt oben, hinten statt vorne u. s. w. liest, sich meistens auf ihn verlassen kann. Mit Bezug auf die Communication zwischen Sack und Schnecke hatten seine Untersuchungen nicht zu einem so entscheidenden Resultate geführt, dass er ein bestimmtes Urtheil zu fällen wagt. Er betrachtet dieselbe als weit genug, um ein leichtes Eindringen von Otolithenmasse von ersterem in die letztere zu gestatten, sie entspricht jedoch nicht der ganzen Schneckenbasis. »Es giebt ein häutiges *septum*, von welchem schon BOJANUS gesprochen hat«, äussert er zuletzt. Wir haben im Vorhergehenden gefunden, dass der untere Theil der Innenwand des *sacculus* auf dem vorderen, oberen Theile der Schnecke ruht, und dass hier nur eine enge Spalte, durch welche dieselben mit einander communiciren, vorhanden ist. Dieser nach unten ragende Theil des Sacks bildet jedoch nicht das Dach der Schnecke. Auch diese besitzt hier oben so wie im Ganzen eine

---

1) l. c. p. 69.

vollkommen selbständige Wand, welche durch Bindegewebe mit dem entgegengewandten Theile der Sackwand verbunden ist, sich jedoch verhältnissmässig leicht davon isoliren lässt. Nur rings um die spaltförmige Oeffnung, welche, was Grösse und Lage betrifft, vollkommen der Sacköffnung entspricht, hängen die beiden Membranen etwas fester mit einander zusammen, oder gehen in einander über. Ein eigentlicher *canalis reuniens* ist ebenso wenig wie bei den Schildkröten vorhanden, will man aber von einem solchen sprechen, so besitzt er keine grössere Länge, als die Gesammtdicke der beiden Membranen.

Ich verglich die *cavitas cochleae* mit einem nach unten geschlossenen und dort stumpf abgerundeten, oben von aussen nach innen abgeplatteten Trichter, oder einer Düte, und ich finde auch für die vom *sacculus* isolirte Schnecke kein besseres Bild (Fig. 24—26). Wie soeben erwähnt, besitzt sie jedoch auch eine obere Wand und ist, was ihren oberen Theil betrifft, noch mehr abgeplattet als der Hohlraum, in dem sie liegt. Ihr Querdurchmesser beträgt hier nämlich kaum die Hälfte desselben der *cavitas*, und obgleich auch ihr sagittaler Durchmesser bedeutend kürzer ist als der entsprechende des Hohlraumes, so übertrifft die Länge desselben doch wenigstens dreimal dieselbe des queren (Fig. 31). In Folge dessen besitzt der obere Theil der Schnecke wesentlich nur zwei Flächen, eine äussere-vordere und eine innere-hintere (Fig. 30—32), welche vorne und hinten mit spitzen, aber abgerundeten Winkeln in einander übergehen. Allein, während der sagittale Durchmesser nach unten hin rasch abnimmt, behält dagegen der quere seine Länge bei, ja er wird sogar ein wenig grösser. Demnach verschwindet die Abplattung immer mehr, und gleichzeitig erscheint dann eine vordere und eine hintere Wand (Fig. 29 u. 30), und zwar erstere auf Kosten der äusseren, letztere auf Kosten der inneren. So wird das untere Drittel in seiner Form in der That einem stumpfen Kegel oder Trichter ähnlich. Die vordere und die hintere Wand rücken sogar allmählig in dem Grade auf die innere, dass diese nur einen abgerundeten Uebergang zwischen ihnen bildet (Fig. 28), und der quere Durchmesser ist nun etwas grösser als der sagittale.

Da die vordere Wand beinahe senkrecht steht, beruht die Verengerung des Trichters nach unten auf der allmähligen Annäherung der hinteren zu demselben. An dem oberen, abgeplatteten Schneckentheile stehen auch die äussere und die innere Wand senkrecht, allein beide biegen dann nach innen um und werden auf diese Weise nach innen concav. Der untere, kegelförmige Theil der Schnecke ist in Folge dessen wie bei den Vögeln etwas nach innen gebogen, was wiederum auf die Zeichnungen der Schnecke von aussen und innen gesehen Einfluss üben muss, da sie nothwendigerweise abwechselnd den unteren (Fig. 24 u. 25) oder den oberen (Fig. 26) Theil derselben in der Verkürzung zeigen müssen. An ihrem oberen Ende

biegt sich die äussere Wand mit einer abgerundeten Falte (Fig. 26 *e'*) nach innen um und schliesst sich an die oberen Ränder der übrigen Wände an, auf diese Weise das nach oben aussen gekehrte Dach bildend. Mittelst einer ähnlichen Falte (*e''*) wird dasselbe wieder in zwei Abtheilungen, eine grössere äussere und eine beinahe gerade nach oben gerichtete, ganz schmale, innere Abtheilung getheilt. An der Grenze zwischen beiden, in der Gegend der hinteren Ecke befindet sich die kleine, vorhin erwähnte Spalte (Fig. 27 *c*), welche jedoch nur bei der Betrachtung von oben sichtbar ist. An der grösseren vorderen Abtheilung ruht der untere Theil der Sackinnenwand, und in Uebereinstimmung damit ist dieselbe von vorne nach hinten concav ausgehöhlt; die kleinere, hintere scheint ausschliesslich zum Anheften eines vereinenden Bindegewebes zu dienen.

Deiters vergleicht die Schnecke mit einem beinahe cylindrischen Kegel, welcher nach unten plötzlich in eine stumpfe Spitze ausläuft, und so zeichnet er sie auch bei der Ansicht von innen. Seine Querschnitte zeigen sie jedoch in der Mitte abgeplattet, wenn auch nicht in einem so hohen Grade, als vorhin angegeben wurde. Nach seiner Zeichnung würde die Höhe derselben und der Sagittaldurchmesser ungefähr gleich gross sein. Bei *Lacerta ocellata* ist das in der That der Fall, bei *Lacerta agilis* dagegen, der seine Zeichnungen entnommen sind, verhalten sie sich wie 5 : 4 oder sogar etwas weniger.

Am unteren Theile der Sackinnenwand ist wohl die Schnecke befestigt, jedoch nicht symmetrisch an der Mitte derselben, sondern so, (Fig. 18—19), dass die Sackmitte der Grenze zwischen dem vorderen und mittleren Drittel der Schnecke entspricht. Sie ist demnach im Verhältniss zum Sack etwas nach hinten verschoben. Das hat auch auf die Richtung ihres sagittalen Durchmessers Einfluss. Da nämlich die Schnecke mit ihrer vorderen Ecke an den mittelsten, nach innen gewölbten Theil des Sacks befestigt ist, müsste diese sich der Mittellinie mehr als die hintere nähern. Der sagittale Durchmesser ist desshalb von vorne innen, nach hinten aussen gerichtet und somit weder dem entsprechenden Durchmesser des Sacks, noch dem der Schneckenhöhle parallel. Allein noch weniger stimmen Sack und Schnecke in der Höhenrichtung überein. Die Längsaxe der letzteren steht nämlich senkrecht, die Höhenaxe des ersteren ist dagegen wie erwähnt nach unten und aussen gerichtet. Sie bilden demnach mit einander einen nach innen offenen, stumpfen Winkel, und dadurch wird es erklärlich, dass das schräge Dach der Schnecke sich an die Innenwand des Sacks lehnen kann. Die Innenwände der beiden stossen in einem Winkel zusammen, der dem eben erwähnten der Axen entspricht, die äusseren derselben dagegen, in Folge der Ausbuchtung des Sacks nach vorne, in einem beinahe rechten.

Sehen wir nun zu, wie sich die Schnecke zur *cavitas cochleae* verhält,

so finden wir, dass sie mit ihrem oberen, abgeplatteten Theile nur die innere Hälfte derselben einnimmt, dagegen mit ihrem unteren, kegelförmigen Theile dieselbe beinahe vollständig ausfüllt. Da die Spitze der letzteren etwas stumpfer abgerundet erscheint, als der Boden des Raumes, so entsteht auch dort, am Ende der Schnecke (*lagena*), wie bei den übrigen höheren Wirbelthieren ein kleiner Zwischenraum. Die innere und hintere Wand der Schnecke schliessen sich dicht an die entsprechenden der *cavitas* an und sind nur durch die hier nach unten verlaufenden Nerven, den perilymphatischen, periostalen Sack und oben durch den *canalis lymphaticus* davon getrennt. Dieses dichte Anschliessen könnte den früher geäusserten Ansichten, dass die Innenwand des Hohlraums senkrecht, dagegen die der Schnecke concav ist, zu widersprechen scheinen, allein der zwischen beiden liegende *ramus cochlearis* füllt eben die Schneckenhöhlung aus. Der perilymphatische, periostale Sack löst sich im Uebrigen leicht von diesen Wänden ab, nur am hinteren Rande ist er etwas fester angeheftet. Was die äussere und vordere Wand betrifft, so schliessen sich auch diese in so fern sie dem unteren kegelförmigen Theile gehören, an die entsprechenden des Gehäuses und dessen Sackbekleidung an. Nach oben davon findet sich aber der relativ grosse, früher erwähnte, perilymphatische Raum, welcher sie vom Sacke und von dem *foramen vestibulare* trennt und einem ähnlichen der Schildkröten an der gleichen Stelle entspricht. Da der quere Durchmesser der Schnecke unverändert derselbe bleibt, dagegen die *cavitas* nach oben an Breite zunimmt und ausserdem nach vorne durch die Grube vergrössert wird, aus der der *canalis lymphaticus* entspringt, so wird auch der perilymphatische Raum nach oben erweitert und würde durch eine Oeffnung, welche gut der Hälfte der Schneckenmündung des Gehäuses entsprechen würde, mit dem *cavum perilymphaticum* des Vorhofs zusammenhängen, wenn nicht der unterste Theil des Sacks an dieser Stelle über die Schnecke vorragte und auf diese Weise die Oeffnung verkleinerte. Von der Vorderwand der *cavitas* wird die obere, vordere Ecke der Schnecke durch die hier befindliche Mündung des *canalis lymphaticus* getrennt, dessen Weite somit den Grössenunterschied zwischen dem sagittalen Schneckendurchmesser und dem der *cavitas cochleae* angiebt.

Dass der nach aussen von der Schnecke befindliche, perilymphatische Raum der *scala vestibuli* entspricht, ist schon früher erwähnt. Die Verbindung derselben mit dem *cavum perilymphaticum* des Vorhofs berechtigt schon gewissermaassen zu dieser Auffassung, und wir werden finden, dass die Richtigkeit derselben durch die nähere Untersuchung der Schnecke bestätigt wird, zu der wir uns jetzt wenden. Analog dem Verhalten bei den Fröschen und Schildkröten haben wir allen Grund zu vermuthen, dass die isolirte Schnecke nicht blos wie bei den Fischen von dem Homologon einer *lagena* gebildet wird, sondern auch von einer *scala media* oder

einem *canalis membranaceus l. cochlearis,* und zwar die letztere so gebaut, dass eine *scala tympani*, die wir bisher vermissen, mit Hülfe des perilymphatischen, periostalen Sacks entstehen kann. Deiters' Untersuchung hat schon gezeigt, dass dieselben vorhanden sind.

Schon beim Freipräpariren der Schnecke bemerkt man, dass die innere Wand derselben eine viel grössere Resistenz und Festigkeit besitzt, als die äussere und gerade wie bei den Schildkröten die Form derselben bestimmt. Sie wiedersteht geringeren Eingriffen ohne Schaden zu leiden, während die Aussenwand wie bei den übrigen Wirbelthieren leicht aus der Lage gebracht wird und zerreisst. Man kann danach vermuthen, und die Analogie berechtigt auch dazu, dass die Innenwand von einer Knorpellamelle gebildet wird. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass das der Fall. Allein diese Knorpelplatte bildet nicht allein die Innenwand der Schnecke. Hinten erreicht sie wohl (Fig. 29—32 *h*) an dem oberen, abgeplatteten Schneckentheile nicht ganz die breite, abgerundete Kante, mit der die äussere und innere Wand in einander übergehen, und an dem kegelförmigen Theile nicht weiter als bis zur Grenze (Fig. 28 *d''*) zwischen der zuletzt genannten Fläche und der hinteren, allein vorne wird (*d'*) nicht blos die ganze abgerundete, vordere Kante (oben) oder Wand (unten) davon eingenommen, sondern sie trägt auch zur Bildung der äusseren Wand bei. Am weitesten oben ist das jedoch nur in geringem Masse der Fall; der Theil der Knorpellamelle, welcher hier der äusseren Wand angehört, ist ganz schmal, allein nach unten nimmt er allmählig immer mehr an Breite zu, während die Wand selbst sich verschmälert, und wird auf diese Weise schliesslich an der Grenze des kegelförmigen Theils hinreichend breit, um dessen ganze äussere Wand zu bilden. Dieser Theil (*lagena*) ist demnach, was sein Lumen betrifft, gerade wie bei den Fröschen, Schildkröten und Vögeln ganz vom Knorpel umschlossen, dessen beide Ränder längs der Grenze der Hinter- und Aussenwand desselben zusammentreffen und dort eine gegen das Lumen desselben vorspringende Leiste bilden (Fig. 28 *d''*). Aber auch am oberen Rande legt sich die Knorpelplatte nach vorne um und nimmt den schmaleren, hinteren Theil des Dachs ein. Zwischen den Rändern derselben entsteht auf diese Weise eine weite, unregelmässig dreiseitige Oeffnung, welche dem grösseren Theile der Aussenwand der Schnecke und dem grösseren vorderen Theile des Dachs sammt der abgerundeten hinteren Kante entspricht. Diese Oeffnung wird von der vorhin genannten, leicht zerstörbaren Membran (*membrana Reissneri*) (Fig. 26, 29—32 *e*) ausgefüllt, die an und für sich dünn, dennoch durch einen dicken Epithelbeleg dunkel und undurchsichtig wird. Wie die Knorpellamelle scheint sie, wenigstens an ihrer Oberfläche nicht ganz bis zur hinteren Kante der Schnecke zu reichen, und so entsteht hier auf diese Weise eine Spalte oder Vertiefung, welche von einer eigenthümlichen Zellmasse

(Fig. 29—32*f*), auf deren nähere Beschreibung wir später zu sprechen kommen, ausgefüllt wird. Wir haben schon erwähnt, dass der perilymphatische, periostale Sack an dieser Stelle etwas fester angeheftet ist, als an dem Reste der Innenwand, und Deiters hat auch dasselbe bemerkt. Freilich lässt er sich unschwer ablösen, allein nimmt dann, selbst bei der äussersten Vorsicht, leicht einen Theil der Zellmasse mit, bringt den anstossenden Theil derselben zum Theil aus seiner normalen Lage und verleiht dem Rande somit ein rauhes Aussehen. Wie nun diese Randpartie nach unten an Breite zunimmt und allmählig zu einer Hinterwand umgewandelt wird, so nimmt auch die Zellmasse von oben nach unten an Mächtigkeit zu, allein erreicht doch nicht ganz die Schneckenspitze. Wie wir soeben erwähnt haben, wird der untere, kegelförmige Theil der Schnecke ganz von Knorpel umschlossen. Dies gilt jedoch mit Bezug auf die Hinterseite nur für das Lumen desselben. Die Knorpelplatte bildet nämlich (Fig. 26) am Uebergange zum Kegel eine ziemlich bedeutende Einbiegung nach vorne, so dass der Kegel mehr die Form eines von der vorderen Schneckenhälfte nach unten ragenden, cylindrischen Zapfens mit senkrechten Wänden erhält. An der ganz unverletzten Schnecke ist jedoch diese Einbuchtung der hinteren Wand nicht merklich; sie wird nämlich durch den untersten, mächtigsten Theil der Zellmasse ausgefüllt und ausgeglichen. Das Vorkommen derselben an der Aussenseite des Knorpels ist in so fern von Wichtigkeit, als das an und für sich hinreichend ist, die Unrichtigkeit der Deiters'schen Ansicht von der Bedeutung derselben zu beweisen. Ist inzwischen beim Ablösen des Sacks ein grösserer oder geringerer Theil der Zellmasse und namentlich der unterste Theil derselben, wie es oft der Fall, zugleich mit abgelöst, und ist die Einbuchtung des Knorpels am hinteren Rande dadurch recht deutlich geworden, so ändert das das Aussehen der Schnecke nicht wenig. Die starre Rinne, welche die Knorpellamelle längs der Vorderwand bildet, setzt sich unmittelbar nach unten in den ganz umschlossenen Cylinder fort und bildet mit diesem eine längere, vordere Abtheilung, von der eine kürzere, mehr abgeplattete sich nach hinten ausbuchtet.

Man kann jedoch nur durch eine mikroskopische Untersuchung von Querschnittreihen oder durch vorsichtiges Ablösen der äusseren Membran die angegebene Ausdehnung des Knorpels kennen lernen. Bei der blossen Betrachtung der Aussenfläche einer unbeschädigten Schnecke tritt nämlich keine Grenze zwischen dieser und der Membran hervor. Sie gehen eben allmählig in einander über. Die Membran beginnt an der Aussenseite der Knorpellamelle, und diese verdünnt sich dann gegen ihren freien Rand (Fig. 29—32*d'*).

Dagegen tritt schon bei der ersten Betrachtung ein an der Hinterwand der Schnecke, in der Nähe der hinteren Kante belegener, ovaler,

dunkler Rahmen hervor, welcher gleich an den Knorpelrahmen der Vögel, und noch mehr an den der Schildkröten erinnert (Fig. 24—26 *g*, *h*), und dann ein in der vorderen Rinne in ihrer ganzen Ausdehnung gelegener Otolith (*p'*). Sie lassen keinen Zweifel über die ungleiche Bedeutung der Schneckenabtheilungen, indem die hintere die *scala media s. cochlearis s. pars basilaris*, die vordere dagegen die *lagena* (*p*) bildet. Ein ungewöhnliches sowohl Grössen- wie Lageverhältniss besitzen sie doch. Die *lagena* übertrifft mit Bezug auf ersteres den Basilartheil nicht unbeträchtlich und nimmt nur mit ihrem untersten Theile den gewöhnlichen Platz an der Schneckenspitze ein. Der obere, grössere Theil derselben liegt dagegen breitseits an der *pars basilaris* und bildet mit dieser, wie successive Querschnitte (Fig. 28—32) zeigen, eine vollkommen zusammenhängende Höhle. Nach aussen und oben wird sie von der äusseren Schneckenwand und dem Dache begrenzt, deren häutiger Theil wegen seines Verhaltens zum Basilartheile demnach dem *tegmentum vasculosum* der Vögel, der *membrana Reissneri* der Menschen, Säuger und Schildkröten homolog ist (*e*), obgleich sie hier eine mehr als gewöhnliche Grösse besitzt und ihres direkten Zusammenhanges mit den beiden Schenkeln des Knorpelrahmens entbehrt. An der Innenseite der Schnecke stösst sie wohl an den hinteren, mit dem vorderen hängt sie dagegen nur durch Vermittlung desjenigen Theils der Knorpelplatte zusammen, welcher die *lagena* umschliesst. Ausserhalb der *membrana Reissneri* liegt wie bei den Schildkröten der grosse, vordere, perilymphatische Raum (*m*), dessen Eigenschaft als *scala vestibuli* wir somit vollkommen bewiesen sehen, und der sich in der Nähe des *foramen vestibulare*, und somit des Schallzuleitungsapparates befindet. In der länglichen Oeffnung, welche vom Knorpelrahmen umschlossen wird, und die heller als die ganze übrige Schnecke erscheint, haben wir mit Grund die *membrana basilaris* zu suchen und finden sie auch dort als eine dünne, glashelle Membran (Fig. 24, 25, 30, 32 *k*, *k'*, *k''*). Sie ist indessen an der äusseren, dem Schneckenlumen zugekehrten Kante des ziemlich dicken Knorpelrahmens angeheftet und bildet sonach nicht blos die Innenwand der *pars basilaris*, sondern auch die äussere einer Rinne (*n*), deren Form natürlich der der Oeffnung entspricht, und deren Tiefe von der Dicke des Rahmens bestimmt wird. Nach innen wird diese Rinne von der Hinterwand des perilymphatischen Sacks (*o'*), welcher der Knorpelrahmen, zum Theil durch Vermittlung des *nervus cochlearis* (*q'*), dicht anliegt, geschlossen. Entsprechend der Lage und dem Verhalten derselben zur *membrana basilaris* ist sie als eine im Verhältniss zur *scala vestibuli* und ihrem Homologon bei den Säugethieren sehr unbedeutende *scala tympani* aufzufassen. Gerade nach innen vom oberen Ende derselben zieht der *canalis lymphaticus* an ihr vorbei, und unzweifelhaft existirt hier in den Wänden der beiden eine Oeffnung, durch welche sie mit einander communiciren. Bei *Chelonia*

Midas ist sie gross und leicht zu beobachten, bei *Lacerta agilis* kann sie ersteres wegen der Kleinheit der Treppe gewiss nicht sein, allein dass ich sie nicht gesehen beruht doch wohl, wie ich bekennen muss, mehr darauf, dass ich bei den vielen Gelegenheiten, wo es möglich gewesen wäre, vollkommen vergessen habe, sie mit starken Vergrösserungen zu suchen. Davon ein besonderes Präparat zu machen ist nicht blos nicht das Werk eines Augenblicks, sondern ein überflüssiges, da ohne Zweifel eine kommende mikroskopische Untersuchung neben vielem Anderen auch die Existenz dieser Oeffnung nachweisen wird. Man kann somit sagen, dass der *canalis lymphaticus* wie bei den Schildkröten durch die Vereinigung zweier untergeordneter Gänge, eines *canalis vestibularis* und eines *canalis tympanicus*, entsteht. Ersterer ist bei den Eidechsen grösser, länger und besitzt einen reichlicheren Zufluss, als letzterer, welcher dagegen vom morphologischen und vergleichend anatomischen Standpunkte, wenigstens mit Rücksicht auf die höchsten Thiere, als der Hauptgang erscheint, da er die Ausmündung des Kanals durch das *foramen cochleare* bestimmt. Bei den Wirbelthieren, welche den Kanal besitzen, wächst natürlich die tympanale Abtheilung desselben proportional dem *ductus cochlearis* und mit dem Anschluss des Knorpelrahmens an das Gehäuse, somit bei beginnendem Abschluss der *scala vestibuli* von der *tympani* an der einen Seitenwand der häutigen Schnecke.

Nachdem wir auf diese Weise eine Uebersicht über die Bedeutung der einzelnen Schneckenabtheilungen gegeben haben, gehen wir zu einer näheren Untersuchung jeder einzelnen über und wenden uns dabei zuerst an den Knorpelrahmen (*g*, *h*). Es zeigt sich dann, dass derselbe nur ein verdickter Theil der Knorpellamelle ist, welcher eine längliche Spalte umschliesst, die von einer dünnen, glashellen Membran ausgefüllt wird. Die Form desselben ist unregelmässig oval; am breitesten in der Nähe seines oberen Endes, dessen oberer Rand ein wenig nach oben convex erscheint, verschmälert er sich nach unten und schliesst mit einer stumpfen, abgerundeten Spitze ab. Die Länge desselben entspricht nahezu zwei Dritteln derjenigen der Schnecke. Mit dem oberen Ende erreicht er wohl nicht ganz den oberen Rand derselben, stösst aber mit dem unteren an die hintere, innere Ecke des unteren, cylindrischen Theils der *lagena*. Der hintere Rand des Rahmens bildet den grössten Theil des früher rücksichtlich seiner Lage beschriebenen, hinteren Randes der Knorpelplatte; mit dem vorderen reicht er ungefähr bis zur Schneckenmitte. Da ersterer demnach die nach unten und hinten gerichtete, hintere Kante der Schnecke begleitet, so erhält in Folge dessen der ganze Rahmen eine schräge Lage und ist ausserdem, weil er der Innenwand angehört, ein wenig von einer Seite zur anderen convex. Nach der gewöhnlichen Auffassung kann man sagen, dass er aus zwei, oben und unten mit einander vereinigten Schenkeln

besteht, einem hinteren (*h*) und einem vorderen (*g*), welch letzterer wegen seines Zusammenhangs mit dem *ramus cochlearis* auch bei den Eidechsen, wie bei den Schildkröten und Vögeln, als Nervenknorpel, dem Homologon des Belegs der *lamina spiralis ossea* der Säuger, bezeichnet werden kann. Der hintere bildet eine platte, ebene Scheibe von bedeutend grösserer Breite, als Dicke. Ersterer ist oben am grössten und die wesentlichste Ursache der dort vorhandenen Zunahme des ganzen Rahmens an Breite, nimmt dann bis zur Mitte hin ab und bleibt von da an gleich breit. Die Dicke steht im umgekehrten Verhältniss zur Breite, nimmt aber ganz unten (Fig. 29) bedeutend ab. Die beiden nach innen und aussen gewandten Hauptflächen desselben sind nach innen convex und unter einander parallel, ausgenommen in der Nähe des hinteren Randes, wo der Knorpel schnell dünner wird und wegen der Annäherung der Aussenfläche an die unveränderte innere eine scharfe, spitzige Kante erhält, welche an die hier belegene, vorhin erwähnte Zellmasse stösst. An seiner vorderen, an die ovale Oeffnung stossenden Wand behält der Knorpelschenkel dagegen seine Dicke unverändert bei und besitzt hier somit eine dritte schmälere, die Oeffnung begrenzende Fläche. Sie ist in ihrer ganzen Länge concav ausgehöhlt und demnach hören hier die beiden Hauptflächen jeder mit einer scharfen Kante auf. Auf Querschnitten treten diese Kanten natürlich als Spitzen, eine äussere und eine innere (Fig. 30, 31 *h'*) hervor. Die letztere ist länger und spitzer als erstere.

Der Nervenknorpel (*g*), welcher wie bei den Schildkröten den vorderen Schenkel bildet, besitzt eine weit unregelmässigere Form. Die innere Fläche desselben bildet eine direkte Fortsetzung der entsprechenden Wand der Knorpellamelle, welche, ihre nach innen gewandte Convexität beibehaltend, gerade und eben darin übergeht. Am vorderen Rande der Oeffnung trifft sie unter einem spitzen Winkel auf die äussere Fläche und bildet mit dieser eine die Oeffnung vorne begrenzende, scharfe Kante. Unmittelbar vor dieser besitzt der Nervenknorpel einen gegen das Schneckenlumen gerichteten, breiten und stumpf abgerundeten Wulst (*g'*), dessen Höhe mehr als einem Drittel des Schneckendurchmessers entspricht, und welcher dem Nervenknorpel eine der Breite entsprechende Dicke giebt. Er beginnt, soweit ich habe finden können, ganz nahe an der oberen Kante des Knorpelrahmens und erreicht dabei beinahe gleich die Höhe, welche er später unverändert beibehält, bis er sich allmählig am unteren Knorpelrande verflacht. Von der Lagenarseite desselben, welche etwas steiler als die gegen die *pars basilaris* gewandte abfällt, geht dann die äussere Knorpelfläche ohne weitere Unregelmässigkeiten zur entsprechenden der Knorpelplatte über. Nur in einer Beziehung kann man sagen, dass der Nervenknorpel regelmässiger als der hintere ist, nämlich mit Bezug auf die Breite desselben. Diese ist beinahe überall dieselbe und entspricht

der mittleren Breite des hinteren. Demnach ist der Nervenknorpel oben schmäler, als der andere.

Eine Bestimmung der Breite des Nervenknorpels kann inzwischen ganz willkührlich vorkommen, da er sich ja nach vorne unmittelbar in die Knorpellamelle fortsetzt. Er ist jedoch damit nicht zu verwechseln. Die Knorpelplatte der *lagena* wird nämlich, analog dem Verhalten bei den übrigen Wirbelthieren, von Spindelknorpel gebildet, während dagegen der Rahmen eine Struktur besitzt, die am meisten an einen in der Entwicklung begriffenen, mit kleinen Zellen reichlich versehenen, hyalinen Knorpel erinnert. Die Grenze zwischen beiden ist desshalb leicht zu bestimmen, wenn auch nicht scharf, da dieselben allmählig in einander übergehen.

Die scharfe Kante, mit der der Nervenknorpel nach vorne die längliche Oeffnung des Rahmens begrenzt, entspricht mit Bezug auf ihre Lage der äusseren, dem Schneckenlumen am nächsten gelegenen Kante des hinteren Knorpels, in welcher sie auch am oberen und unteren Ende der Oeffnung übergeht. Denkt man sich desshalb die innere, ebene Fläche des Nervenknorpels mit derselben Biegung nach hinten fortgesetzt, so würde dieselbe nicht mit der Innenfläche des hinteren Knorpels, sondern mit der äusseren desselben zusammenfallen. Eine der inneren des hinteren Knorpelschenkels (h') entsprechende Kante besitzt der Nervenknorpel nur an seinem oberen Ende (Fig. 32), und diese vermittelt auf eine eigenthümliche Weise die Vereinigung der beiden Knorpel mit einander. Sowohl der Nervenknorpel, als der zunächst anstossende Theil der Lagenarplatte nehmen hier bedeutend an Dicke zu, jedoch ohne das Schneckenlumen zu beeinträchtigen. Sie bekommen dadurch gleichsam einen Ersatz für den Beleg, welchen sie weiter unten vom *nervus cochlearis* bekommen, und demnach wird durch diesen, und nicht durch die Verdickung des perilymphatischen, periostalen Sacks der freie Raum ausgefüllt, der sonst am oberen Rande des Nerven entstehen würde. Der Nervenknorpel stösst in Folge dessen nicht wie im übrigen nur mit einer und zwar äusseren, scharfen Kante an die Oeffnung, sondern erhält dem hinteren Schenkel ähnlich eine innere, welche mittelst einer ausgehöhlten Fläche von der äusseren getrennt wird. Die inneren Ränder beider Knorpel stossen nun früher als die äusseren mit einander zusammen und bilden auf diese Weise die Innenwand einer kleinen, nach unten offenen Grube, deren äussere, der Schnecke zugekehrte Wand von der zwischen den beiden äusseren Rändern ausgespannten *membrana basilaris* gebildet wird. Diese *fossa* bildet begreiflicher Weise das oberste Ende der *scala tympani*, dessen Hinterwand somit an dieser Stelle vom Knorpelrahmen gebildet wird und nicht wie sonst von dem perilymphatischen Sacke. Sie ist jedoch ganz kurz und flach, da die Verbindungsbrücke zwischen den beiden inneren Rändern des Knorpels rasch an Dicke zunimmt, und somit bald die äusseren Ränder erreicht.

Am unteren Ende des Rahmens (Fig. 29) ist das Verhalten umgekehrt, dort wird der hintere Knorpel so dünn, dass er seine innere Kante verliert und die allein übrigbleibende äussere vereinigt sich einfach mit der gegenüberstehenden des Nervenknorpels.

Allein eine Vereinigung zwischen den beiden Knorpeln findet auch in der Mitte des Rahmens (Fig. 24, 25, 31) statt. Vom äusseren Rande des hinteren ragt eine von der Fläche gesehen dreieckige Verlängerung gegen die Mitte der Oeffnung und trifft hier auf eine ähnliche, welche vom Rande des Nervenknorpels ausgeht, und mit der sie verschmilzt. Dadurch entsteht eine transverselle, in der Mitte schmale, an den Anheftungsstellen relativ breite, aber dünne Brücke (*i*), welche die Oeffnung, jedoch nur an dem äusseren Rande derselben, in zwei gleich grosse Hälften, eine obere und eine untere, theilt.

Sie besitzen beide die Form eines gleichschenkligen Dreiecks, mit kurzer an der Brücke liegender Basis, langen Seiten und abgerundeten Winkeln. Beide (*k'*, *k''*) werden von einer scheinbar strukturlosen, glashellen Membran verschlossen, welche zwischen der äusseren Kante des hinteren Knorpels und der entgegengewandten einzigen des nerventragenden befestigt ist. Dass die beiden Membranen oder, wie wir lieber sagen wollen, die in der Mitte durch eine Knorpelbrücke unterbrochene Membran der *membrana basilaris* entspricht, haben wir schon erwähnt, und es folgt nothwendig aus dem Verhalten derselben zum Knorpel und zur *pars basilaris*. Die Theilung derselben durch die Knorpelbrücke in zwei Hälften ist, so weit das bis jetzt bekannt, den Eidechsen eigenthümlich und auch Deiters nicht entgangen. »Sie bewirkt« sagt er darüber »eine erste und auffallende Differenz von der Schnecke der höheren Vertebraten. Man wird diese verstehen, wenn man sich in der Schnecke der Säugethiere an irgend welcher Stelle, in der Mitte z. B., die ganze *lamina spiralis membranacea* durch eine knöcherne Brücke ersetzt denkt.«

Nur durch Hülfe der Knorpelbrüche trennt somit die Basilarmembran wie bei den anderen Wirbelthieren mit Ausnahme der Fische, die *scala cochlearis* von der *scala tympani* (*n*) und bildet die Aussenwand der letzteren. Die gegenüber stehende innere Wand wird, wie vorhin angegeben, vom perilymphatischen Sacke und hoch oben an der Vereinigung der Schenkel des Knorpelrahmens, dem eigentlichen Schneckenanfange der Schildkröten und Vögel, von diesem selbst gebildet; die Hinterwand dagegen von der der Oeffnung zugewandten Randfläche des hinteren Knorpelschenkels. Da der Nervenknorpel nur an seinem oberen Ende mit einer Fläche und in seiner ganzen übrigen Länge blos mit der scharfen Kante, von der die Basilarmembran entspringt, an die Oeffnung stösst, so würde die Treppe in entsprechender Ausdehnung eine vordere Wand nicht besitzen und auf eine Spalte reducirt sein, wenn nicht ein Zweig des *nervus cochlearis* dadurch,

dass er sich wie bei den Schildkröten an die innere Fläche des Nervenknorpels anlegt, eine solche bildete. Anlässlich seines Verhaltens zur *membrana basilaris* und den nervösen Endapparaten, welche dieselbe trägt, könnte man diesen Zweig wohl als *ramus basilaris* bezeichnen. Er besitzt wie bei den Schildkröten (Fig. 24, 30 u. 31 *q'*) eine im Verhältniss zu der geringen Ausdehnung des Endapparates staunenswerthe Dicke, welche wie bei diesen Thieren und den Vögeln zum Theil durch eine, an der ganzen gegen die Schnecke gekehrten Seite befindlichen Ganglienmasse (*ganglion cochleare*) verursacht wird, geht von der Hinterseite des *ramus cochlearis* (*H''*) aus und verläuft dann, der Schneckeninnenwand anliegend, schräg über diese nach unten. Zum vorderen Rande des Nervenknorpels gelangt, theilt er sich in zwei Zweige, welche dann jeder für sich zu einer der beiden Hälften, in die der hintere, scharfe Rand des Nervenknorpels durch die Brücke getheilt ist, verlaufen. In der Nähe dieses Randes werden sie plötzlich dünner, indem sie sich gleichzeitig an derselben in einer Ausdehnung ausbreiten, welche der Länge zweier in der Mitte der beiden Hälften der *membrana basilaris* gelegenen, dunklen Streifen (*l*) entspricht, und scheinen stark zugespitzt gerade an dem Ursprunge der Basilarmembran am Knorpel aufzuhören. Dass sie das nicht thun, braucht kaum erwähnt zu werden, allein es gehört dem histologischen Theile meiner Arbeit an, ihren weiteren Verlauf anzugeben. Sie bilden indessen an der Innenseite des Nervenknorpels einen Beleg, dessen Dicke der des hinteren Knorpels entspricht, und gleichzeitig wegen der plötzlichen Verdünnung eine vordere Wand der Paukentreppe. Der perilymphatische, periostale Sack, welcher die Innenwand der *scala tympani* bildet, kann nämlich, da er der knöchernen Wand der Schnecke folgt, dieselben nicht weiter als bis zum Beginne der Verdünnung bekleiden und stösst demnach erst am Innenrande des hinteren Knorpels wieder an die häutige Schnecke.

Wir haben eben zweier dunkler Streifen erwähnt, welche längs der Mitte der beiden Hälften der Basilarmembran, ein an jeder, verlaufen und von denselben hinlänglich scharf sich abheben, um schon bei bloser Loupenbetrachtung der Schnecke von aussen deutlich hervorzutreten. Nur Querschnitte (Fig. 30 u. 32) können uns indessen über dieselben volle Aufklärung verschaffen. Sie zeigen uns, dass die glashelle Membran (*k*) in der Nähe der Anheftung derselben am Knorpelrahmen beiderseits sehr dünn ist, und dass ihre gegen die *scala tympani* gewandte Fläche vollkommen eben ist, obgleich dieselbe, als eine Erinnerung an ihre Entwicklung, einen Beleg von Endothelien besitzt, der auch constant bei den anderen Wirbelthieren vorkommt und niemals etwas mit Nerven zu schaffen hat. Dagegen erhebt sich in der Mitte der entgegengesetzten Fläche ein gleichmässig abgerundeter, gegen die *scala cochlearis* gekehrter Wulst (*l*), der glashell und scheinbar strukturlos wie der Rest der

Membran erscheint und somit nur eine Verdickung derselben darstellt. Er besitzt eine etwas variirende Breite und Höhe, jedoch ist erstere niemals grösser, als drei Viertheile der Breite der Membran, letztere niemals mehr als $^1/_4$ derselben. Am breitesten und höchsten ist er an dem Ende der Membran, welches an die Knorpelbrücke in der Mitte der Oeffnung stösst. In der Nähe derselben erhebt er sich nämlich plötzlich, um darauf längs der Mitte der Membran mit einer langsam fortschreitenden Volumsverminderung bis gegen das entgegengesetzte Ende zu verlaufen, wo er verschwindet. Ueberall dient der Wulst als Widerlage eines Epithels, welches vielleicht doppelt so hoch, als er selber ist, und von einer Beschaffenheit, welche wahrscheinlich schwer zu erforschen wird, in welchem ich jedoch schon wie Deiters die gewöhnlichen, haartragenden Zellen beobachtet habe, welche den constanten Endapparat des Hörnerven ausmachen. Somit ist auch die Bedeutung desselben, wie mir scheint, vollkommen klar. Es bildet das vereinfachte oder weniger vollständig entwickelte Homologon des zusammengesetzten Corti'schen Organs der Säuger mit dessen Nervenepithel. In Form und Lage erinnert es lebhaft an die Zeichnung, welche Kölliker [1]) und Hasse [2]) von der embryonalen Anlage dieses Organs bei den Säugethieren (*organon Köllikeri*, Hensen) und den Vögeln gegeben. Den Mangel des ganzen zusammengesetzten Bogenapparates nach Corti theilt es mit den übrigen Wirbelthieren bis zu den Säugern empor. Die Verdickung der Basilarmembran ist auch bei den Schildkröten und Vögeln von Hasse nachgewiesen, allein weniger als Wulst, denn als eine mehr gleichmässige Verdickung wahrzunehmen, die von vorn nach hinten allmählig verschwindet.

Leichter als die Epithelbekleidung des Wulstes lässt sich die Beschaffenheit des übrigen Epithels der Basilarmembran und des der Knorpelschenkel bestimmen. Ohne mich jetzt schon auf irgend welche detaillirte Beschreibung desselben einzulassen, will ich nur behufs der richtigen Auffassung der Zeichnungen ein paar Worte darüber verlieren. Dabei erinnere ich jedoch im Voraus daran, dass ich selbst diese Angaben nicht als so zuverlässige betrachte, dass nicht eine kommende, nähere Untersuchung verschiedene, wenn auch, wie ich mit Grund glaube, weniger wesentliche Modificationen vielleicht zu Tage fördern wird. An jeder Seite des Wulstes bis dicht an die Basis desselben treten auf beiden Seiten der Basilarmembran kleine, niedrige Epithelzellen von ungefähr gleicher Höhe und Breite auf. An dem an die Oeffnung stossenden Rande des Nervenknorpels nehmen sie allmählig an Grösse zu, und dieser Knorpel besitzt dann oberhalb seines Wulstes doppelt so hohe, aber auch beinahe doppelt so breite Zellen als die

1) Handbuch der Gewebelehre, 5. Aufl. p. 725.

2) Die Entwicklung der Gewebe der häutigen Vogelschnecke. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XVII, p. 396.

Basilarmembran. Auf der anderen Seite des Wulstes, an der Vereinigung des Nervenknorpels mit der Knorpellamelle der *lagena* kommen abermals kleine, niedrige Zellen zum Vorschein, die vielleicht etwas niedriger als die auf der Basilarmembran sind, und diese Zellbekleidung setzt sich dann auf den längeren (oben), oder kürzeren (unten) Zwischenraum, welcher den Wulst von dem Nervenepithel der *lagena* trennt, in dem die Haar- oder Stäbchenzellen wieder deutlich auftreten, fort. Auf der anderen, hinteren Seite der Basilarmembran, und somit am hinteren Knorpelschenkel nehmen die Zellen auch allmählig an Höhe und anfangs zugleich ein wenig an Breite zu, allein bald wird die Längenzunahme überwiegend und geht ununterbrochen weiter, so dass der Knorpel zuletzt in der Nähe seines hinteren Randes ein Cylinderepithel besitzt, welches aus ungewöhnlich langen und schmalen Zellen zusammengesetzt ist. Die am weitesten nach hinten gelegenen Zellen stossen mit ihren freien, centralen Enden mit denselben Enden der Zellen, welche die *membrana Reissneri* bekleiden, zusammen und scheinen wie auch diejenigen der Reissner'schen Haut mit ihren Seitenflächen an die hier gelegene, vorhin erwähnte Zellmasse, welche sich zwischen sie einschiebt, zu grenzen. Das Höhenverhältniss dieses Epithels ist an verschiedenen Stellen des Schenkels etwas verschieden. Im Allgemeinen kann man sagen, dass die centrale, freie Fläche desselben, die gegen den Schneckenraum kehrt, parallel der peripherischen Innenfläche des Knorpels erscheint und nur hinten etwas von derselben divergirt. Die Höhe des Epithels wird daher ungleich, je nach der schnelleren oder langsameren, vorhin erwähnten Annäherung der äusseren Knorpelfläche an die innere am hinteren Knorpelrande. Ausserdem bildet jedoch das Epithel beinahe constant in der Nähe des Anschlusses an die *membrana Reissneri* einen gegen den Schneckenraum vorspringenden, abgerundeten Wulst.

Angeheftet an das Cylinderepithel, welches die vordere oder Lagenarseite des Wulstes am Nervenknorpel bekleidet, liegt eine dünne auf Dickendurchschnitten unregelmässig streifige Membran, welche sich bald vom unterliegenden Epithel erhebt und sich über den Knorpelwulst gegen die Wulst auf der Basilarmembran schlägt, mit dessen Epithel sie jedoch nicht zusammenhängt. Fig. 30 zeigt eine Andeutung (*s*) derselben jedoch ist sie hier etwas nach vorne verschoben. Ich würde kaum wagen sie als eine *membrana Corti s. tectoria, lamina fenestrata* (Deiters), auszusprechen, wenn sie nicht an einer ganzen Reihe von Querschnitten zum Vorschein gekommen wäre, wenn nicht die Lage derselben gerade der Stelle entspräche, wo wir dieselbe erwarten sollten, und wenn Dr. Hasse mich nicht einmal an einer meiner eröffneten Schnecken, welche bei stärkerer Vergrösserung betrachtet wurde, auf eine hier gelegene Membran aufmerksam gemacht hätte, über die er seine bestimmte Ueberzeugung

aussprach, dass sie die fragliche sei. Eine nähere Untersuchung derselben gehört, meine ich, dem histologischen Theile meiner Arbeit an.

Wir haben sonach in der *scala media* und um dieselbe herum alle die Hauptbildungen wiedergefunden, welche ihr gewöhnlich zukommen. Ohne Schwierigkeit lassen sich die beiden Knorpel auf ihre Homologa zurückführen, der hintere auf den dreiseitigen Knorpel der Schildkröten und Vögel, auf das *ligamemtum spirale* der Säuger, der Nervenknorpel dagegen auf den gleichen der Schildkröten und Vögel, den Knorpelbeleg der *lamina spiralis ossea* der höchsten Thiere. Was die Lage betrifft, so stimmen sie jedoch nicht mit denen der Vögel, wohl aber mit denen der Schildkröten überein. Der ersteren dreiseitiger Knorpel ist der vordere, das Homologon desselben bei den Eidechsen der hintere, allein das hängt von der andersartigen, spiraligen Krümmung der Schnecke bei den Vögeln ab, und nehmen wir an, dass die Richtung von aussen nach innen bei den Eidechsen in gewisser Weise der von oben nach unten bei den Vögeln entspricht, so findet in dieser Beziehung ein gleiches Verhalten statt. Der hintere Knorpelschenkel der Lacertinen liegt nämlich etwas weiter nach aussen, als der Nervenknorpel, gleichwie der dreieckige Knorpel der Vögel etwas höher, als der viereckige steht. In der Form stimmen die beiden zuerst genannten Knorpel mit einander überein. Der hintere Knorpel ist bei den Eidechsen in der That im grösseren Theile seiner Länge unregelmässig dreiseitig, und die beiden gegen die Oeffnung gerichteten scharfen Kanten desselben besitzen ebenfalls, besonders die innere, an dem dreiseitigen Knorpel der Schildkröten und Vögel ihr Homologon. Ein Homologon des bedeutenden, unteren, hinteren Fortsatzes des vierseitigen Knorpels der letzteren besitzt dagegen der Nervenknorpel bei den Eidechsen, wie wir gefunden haben, nur an seinem oberen Ende. Dass sein äusserer, scharfer, an der Oeffnung stossender Rand, gegen den hin auch bei diesen Thieren der Nerv sich zuspitzt, und an dem die *membrana basilaris* angeheftet ist, dem *labium tympanicum* und der *habenula perforata* entspricht, ist wohl unzweifelhaft, und nach den Angaben von Deiters wird sie wirklich vom Nerven durchbohrt. Der Wulst des Nervenknorpels könnte wohl auch mit vollkommenem Rechte als eine erste, aber ungefurchte Andeutung der *habenula sulcata* aufgefasst werden. Er ragt gegen die *membrana Reissneri* hin, ohne dieselbe jedoch zu erreichen, und der Uebergang von derselben zur Knorpelplatte bezeichnet wohl die vordere Grenze des *ductus cochlearis,* welche an derselben Stelle ausserdem durch die veränderte Beschaffenheit des Epithels angedeutet wird. Zwischen diesem Wulst und der Andeutung des Corti'schen Organs ist auch hier, wie bei den Schildkröten und Vögeln, ein *sulcus* vorhanden, der in seiner Lage an den *sulcus spiralis* erinnert, ja es findet sich sogar, wie bei den nächstverwandten Klassen, ein kleines Homologon des *vas spirale internum,* welches längs der Treppenfläche der Basilarmembran innen an der

habenula perforata, dem Nervendurchtritt, verläuft. Dagegen habe ich ein *vas spirale externum* am dreieckigen Knorpel nicht finden können.

Meine bisher gegebene Beschreibung der Schnecke weicht wohl in mehreren Beziehungen von den Angaben Deiters ab, allein die meisten Differenzen sind nicht von erheblicher Wichtigkeit. Dass Deiters unsere *scala media* mit der *scala vestibuli* vergleicht und dieselbe so benennt, ist natürlich, da er die *membrana Reissneri* bei den Säugern läugnet und nicht weiss, dass bei ihnen ein selbständiger, geschlossener *canalis cochlearis*, oder eine *scala media* existirt. Von unserer *scala vestibuli* erwähnt er Nichts, und überhaupt beinahe Nichts von dem Verhalten der Schnecke zur *cavitas cochleae.* Die Lage der *scala tympani* giebt er, was die *membrana basilaris* betrifft, richtig an, lässt dieselbe jedoch unmittelbar an das *foramen rotundum* grenzen, und in seinen Zeichnungen findet sie eigentlich keinen Platz, da er am hinteren Knorpel nur e i n e n scharfen Rand zeichnet und erwähnt. Dass nach seiner Angabe der Nervenknorpel breiter als dieser ist, ungeachtet er den Uebergang desselben in die Knorpelplatte beobachtete und die verschiedene Struktur derselben beschrieb, dass er den Wulst desselben ganz allmählig an beiden Enden des Schenkels beginnen und nur eine kleine Strecke in die *scala media* hineinreichen lässt, indem er die Schnecke weit mehr cylindrisch auffasst, als sie in der Natur ist, bedingt, wie das Vorige, weniger wesentliche Differenzen. Auffallender ist schon, dass er trotz seiner Kenntniss der Vogelschnecke behauptet, dass die *membrana basilaris* ein Gewebe ist, »welches nicht im Geringsten an den entsprechenden Theil der höheren Wirbelthiere erinnert.« Vom Wulste derselben giebt er eine Beschreibung, welche mit dem Verhalten desselben übereinstimmt, allein er zeichnet ihn wenigstens dreimal so hoch, als er wirklich ist, gerade so hoch, wenn nicht höher, als die ganze Breite der Basilarmembran.

Dagegen muss ich ihm mit Bezug auf seine Angaben über das Epithel des hinteren Knorpels und über die Anordnung der an diesem Knorpel liegenden Zellmasse und ihr Verhalten zu demselben durchaus widersprechen. Nachdem er das Epithel auf der Basilarmembran beschrieben, fährt er folgendermaassen fort: »Auf dem zweiten Schenkel reicht diese epitheliale Bekleidung nur wenig über die *membrana basilaris* hinaus, hier direkt an die sogleich zu beschreibenden, cylindrischen Körper stossend.« Allein mit diesen cylindrischen Körpern, für welche, wie er meint, »diese Bezeichnung nicht so genau passt« versteht er nicht das hohe Cylinderepithel, welches nach der Beschreibung, die ich vorhin gab, wirklich den Knorpel bekleidet, und für welches die Bezeichnung vollkommen passt, sondern die kolbenförmigen Zellen, welche die hauptsächlichsten Elemente in der benachbarten Zellmasse ausmachen. Dass das der Fall, beweist am besten die, so weit ich es bisher constatirt habe, naturgetreue Schilderung

und noch mehr die Zeichnungen von denselben im isolirten Zustande. Es sind »blasse, glashelle, nur wenig lichtbrechende Zellen mit unregelmässig cylindrischem Zellkörper. — Der bauchige Zellkörper ist auf der einen oder der anderen Seite in eine Spitze ausgezogen. — Man sieht fast sämmtliche cylindrische Körper in einen spitzeren, soliden Stiel sich fortsetzen, an dem man bestimmtere, schärfer unterschiedene Contouren erkennt. — Die Grösse wechselt sehr, und ebenso auch die Form. — Ob man von einer selbständigen, isolirt denkbaren Zellmembran sprechen kann, ist wohl fraglich. — Man wird sich den Körper am natürlichsten als eine zähe, consistente, homogene Masse denken, deren Consistenz wohl gegen die Peripherie hin zunimmt, aber nicht durch eine so gleichmässige Erhärtungsschicht abgegrenzt wird, welche von ihr vollständig trennbar gedacht werden kann. Bei solchen Eigenschaften hält es schwer für diese Gebilde dieselbe physiologische Funktion sich als möglich zu denken, welche man gegenwärtig dem Corti'schen Organe zuzuerkennen geneigt ist.« Allein trotz dieser Beschreibung, der ich nur hinzufügen will, dass die Zellen bedeutend grösser sind, als die angrenzenden Epithelzellen, und ein ganz anderes Lichtbrechungsvermögen besitzen, als diese, und dass der Stiel ungefähr die Hälfte der Zelle bildet, trotz derselben und des Schlusssatzes, den er selbst daraus zieht, construirt er doch mit diesen Zellen »ein Analogon des Corti'schen Organs.« Er beschreibt nämlich ihre Anordnung auf folgende Weise: »Die Stiele erstrecken sich nach vorne« (d. h. nach hinten) »über den Knorpel herüber und sind in nächster Nähe der Ansatzstelle der *membrana basilaris* angeheftet. — Die Zellen liegen, wenn auch an ihrem Insertionspunkte in ziemlich gleicher Höhe gestellt, doch mit ihren Körpern zum Theil dicht neben einander, zum Theil aber einander überragend, so dass, wenn dieselben von der Fläche gesehen werden, mehrere Reihen über einander gelegener Körper vorhanden zu sein scheinen. — Die innere Fläche dieser Körper ist frei gegen den inneren Hohlraum der Schnecke gerichtet.« Deutlicher jedoch als seine Beschreibung geben seine Zeichnungen an, wie er sich die Anordnung des Zellkörpers denkt. Sie bilden zum Theil Abbildungen ziemlich dicker, halb auf die Fläche gedrehter Querschnitte, an denen man an der nun fraglichen Ecke die Innenseite der hinteren Schneckenwand von der Fläche sieht. Unmittelbar am hinteren Rande des vollkommen epithelfreien Knorpels befinden sich drei oder vier einander dachziegelförmig in der Richtung von innen nach aussen deckende Reihen regelmässig, breitseits nebeneinander geordneter Zellkörper, deren Enden und die Hälfte der einen Seitenfläche frei gegen das Schneckenlumen sehen. Auf diese Weise entsteht eine von ihnen gebildete, ziemlich breite Membran von ungefähr gleicher Breite wie der hintere Knorpelschenkel, durch welche derselbe mit der *membrana Reissneri* verbunden

wird. An der Zeichnung der hinteren Schneckenwand, von der Fläche gesehen, findet man damit übereinstimmend den Knorpelrahmen, was die ganze hintere Hälfte desselben betrifft, von einer doppelten Reihe auf dieselbe Weise angeordneter Zellen bekleidet, das Ganze lebhaft an einen schönen, steifen Frauenkragen aus alter Zeit erinnernd.

Deiters hat demnach entweder, wie seine Zeichnungen es vermuthen lassen, das auf der Schneckenfläche des hinteren Knorpels befindliche Epithel vollkommen übersehen, oder auch dasselbe mit den Elementen der Zellmasse verwechselt. Von diesem Epithel habe ich schon erwähnt, dass dasselbe in unmittelbarer Nähe des hinteren Knorpelrandes aus sehr hohen Cylinderzellen besteht, und dass die am äussersten gelegenen mit ihren freien Enden an die freien der Epithelzellen in der äussersten Reihe der auf der Reissner'schen Membran befindlichen zu stossen scheinen, während es aussieht, als ob die Zellkörper selbst von einander divergiren. Ob nun an dem freien nach innen gekehrten Ende der Zellen ein direkter Anschluss der ungleichen Epithelien stattfindet, oder ob dieser durch einige wenige, äusserst niedrige und kleine Zellen vermittelt wird, oder ob möglicherweise das eine das Verhalten an einer, das andere das an einer anderen Stelle der Schnecke ist, darüber will ich mich jetzt nicht aussprechen. Die wesentliche Frage ist die, ob das Schneckenlumen auch an dieser Stelle von einer continuirlichen Epithelwand begrenzt wird, und davon bin ich vollkommen überzeugt. Untersuchungen von Querschnitten sowohl durch ganze entkalkte Labyrinthe, als durch in Spiritus erhärtete und in Glycerin eingebettete Schnecken haben das übereinstimmend gezeigt. Allein bilden nun so die Epithelzellen mit ihren freien, inneren Rändern eine das Schneckenlumen vollkommen begrenzende Wand, so kann keiner der Kolben der Zellmasse (eine Benennung, die nach Deiters' eigener Beschreibung besser mit ihrem Aussehen übereinstimmt, als die »cylindrischer Körper«), so kann kein einziger derselben frei gegen das Schneckenlumen kehren, geschweige denn drei oder vier neben einander liegende Reihen derselben. Es ist sogar nur eine geringe Zahl dieser Kolben, die die dreieckige Furche ausfüllt, welche in Folge der ungleichen Divergenz der Epithelien zwischen den Seitenflächen derselben vorhanden ist, da der grösste Theil der Zellmasse ausserhalb dieser Furche liegt und die vorspringende, abgerundete, hintere Kante der Schnecke bildet, ja es ist nicht einmal gesagt, dass die in der Furche gelegenen Kolben unmittelbar an die Epithelzellen grenzen. Undenkbar ist es, wie wir gesehen, wenigstens nicht, dass die Basalmembran des Knorpels und der Reissner'schen Membran mit einander durch ein zwischengeschobenes Stück vereinigt sind, welches jedoch das für eine Basalmembran eigenthümliche Verhalten zeigen würde, dass sie sich zum Theil an die Seitenfläche der Epithelien anschlösse und über deren Vorhandensein ich

mich jetzt nicht auszusprechen wage. Dazu kommt nun, dass, wie vorhin angegeben wurde, der unterste und umfangreichste Theil der Zellmasse unterhalb der *scala cochlearis* an der Aussenseite des von der Knorpelplatte umschlossenen cylindrischen Lagenartheils liegt, und so dürfte wohl nicht nur die Beschreibung Deiters' von der Anordnung dieser Masse, sondern auch seine darauf beruhende Auffassung derselben als ein »Homologon des Corti'schen Organs« als unhaltbar angesehen werden müssen. Was nun schliesslich die Anordnung der Kolben innerhalb der Zellmasse betrifft, so erlauben meine bisher angestellten Untersuchungen nicht, davon eine ausführliche Beschreibung zu liefern. Nur so viel kann ich sagen, dass ihre Stiele nach innen und hinten gegen den Knorpel gerichtet sind, die Kolben dagegen nach aussen und vorne. Sie liegen, von vorne nach hinten gerechnet, zu 5—10 breitseits neben einander. Nach aussen wird die Zellmasse nur vom perilymphatischen Sacke bekleidet. Sobald dieser abgelöst ist, treten an der äusseren Fläche die kolbenförmigen Enden der Zellen frei hervor.

Allein, wie sollen wir diese Zellmasse auffassen? Darüber scheint mir die *membrana Reissneri* (Fig. 25—26, 29—32 *e*) wenigstens einen Wink zu geben. Sie besitzt, soweit ich bisher gefunden habe, eine Struktur, die mit derselben bei anderen Wirbelthieren übereinstimmt, und besteht demnach aus einer Bindegewebsmembran von wechselnder Dicke, die ziemlich reichlich mit Gefässen versehen ist, welche vorzugsweise einen mit der Längsaxe der Schnecke parallelen Verlauf zu besitzen scheinen. Auf ihrer Innenseite ist die Membran mit einem einfachen Cylinderepithel, wie bei den Schildkröten, bestehend aus ziemlich hohen, aber relativ breiten Zellen bekleidet. Das Verhalten der Membran zur Knorpellamelle habe ich schon angegeben. Sie beginnt im Allgemeinen ziemlich dünn an der peripherischen Seite derselben und nimmt allmählich an Dicke zu, während der Knorpel sich verdünnt. Am hinteren Rande der Schnecke scheint sie sich dagegen gleichzeitig mit ihrem Epithel aufzulösen oder gerade dort zu verschwinden, wo sie die Zellmasse und zugleich den dünneren Theil des perilymphatischen Sacks erreicht. Die Möglichkeit der Fortsetzung der Basalmembran derselben längs des Epithels und der Uebergang dieser in die Basalmembran des Knorpels ist so eben angedeutet, allein die Membran selbst kann man nicht mit Sicherheit weiter verfolgen. Sie scheint nicht in den perilymphatischen Sack überzugehen, denn theils zeigt dieser keine merkliche Verdickung, theils lässt er sich ohne Zerreissung der Membran ablösen, wenn auch Vorsicht nöthig ist, jedoch weniger, was die Membran selbst, als die angrenzende Zellmasse betrifft. Ist nämlich ein beträchtlicher Theil der letzteren an dem Sacke haften geblieben, so kann man sicher sein, dass ein Stück der Reissner'schen Haut auch mitgenommen ist. Sowohl dieses Verhalten als die Lage

der Zellmasse, in Folge deren sie eine direkte Fortsetzung der Membran bildet, scheint mir wenigstens einigermaassen für die Auffassung derselben als einer mit dieser aus dem vasomotorischen Keimblatt stammenden Bildung zu sprechen. Hasse's[1]) entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen bei den Vögeln sprechen auch dafür. Die Zellen wären dann in ihrer Entwicklung zu einfachem Bindegewebe aufgehalten und hätten sich in einer anderen Richtung weiter entwickelt, wenigstens der grösste Theil derselben. Deiters erwähnt nämlich, dass er untermischt mit den Kolben schmalere, spindelförmige Zellen mit zwei Ausläufern gesehen habe. Ist nun meine ausgesprochene Vermuthung, deren schwache Seite ich jedoch gerne zuerst anerkenne, richtig, welches wohl nur künftige weitere embryologische und vergleichend anatomische Untersuchungen sicher entscheiden werden, so könnte man die Zellmasse vielleicht mit der *stria vascularis* der Säuger vergleichen.

Dass sie wenigstens kein *organon Corti* bildet, scheint mir bewiesen zu sein, ebenso, dass wir bei den Eidechsen wie bei den Vögeln und Schildkröten das Homologon des nervösen Endapparates desselben im Nervenepithel, welcher den Wulst der *membrana basilaris* bekleidet, zu suchen haben. Nehmen wir dies aber an, so ist auch der allergrösste Theil des Räthselhaften, welches Deiters der Eidechsenschnecke vindicirte, verschwunden. Sie ist, was ihren Basilartheil betrifft, nicht mehr etwas allein Dastehendes, sondern lässt sich in dieser Beziehung ohne Schwierigkeit mit der Schnecke der nächstverwandten höheren Thiere vergleichen, bei denen der Basilartheil noch nicht die Entwicklung erlangt hat, wie bei den Säugethieren. Eigenthümlicher fast als die *pars basilaris* ist die *lagena*, welche wohl bei den Eidechsen ihre grösste bis jetzt bekannte Entwicklung besitzt. Sie nimmt, wie vorhin angegeben, die ganze, vordere Hälfte des oberen und ausserdem den ganzen kegelförmigen Theil der Schnecke ein, und steht, was ihren oberen Theil betrifft, in offener, durch keine innere Scheidewand unterbrochene Verbindung mit der *scala media*. Wir haben angenommen, dass die hintere Grenze derselben auf der Innenseite vom Uebergange des Nervenknorpels in die Knorpelplatte und auf der Aussenseite von dem dort befindlichen Rande der letzteren gebildet wird. Auch auf dieser Seite findet man gewöhnlich (Fig. 31 u. 32) in der Nähe dieses Randes, etwas vor demselben, ein niedrigeres Epithel, welches das Nervenepithel der *lagena* vom Epithel der *membrana Reissneri* trennt. Vielleicht ist es naturgemässer das an der Innenwand befindiche, niedrigere Epithel als eine indifferente Zwischenlage zu bezeichnen, welche weder dem Basilartheil noch der *lagena* angehört, sondern die beiden nur verbindet, und somit die eigentliche *lagena* auf den Theil dieser

1) l. c.

Wand zu beschränken, welcher vom Nervenepithel und von dem Epithel bekleidet ist, welches den Uebergang desselben in das so eben genannte, niedrige vermittelt. Was die Form betrifft, so kann man sie in diesem Falle mit einer abgerundeten, oben schmäleren, unten an Breite zunehmenden Rinne vergleichen, welche nach unten durch einen geschlossenen Cylinder mit abgerundetem Boden verlängert wird. Längs ihrem tiefsten Theil ist diese Rinne mit dem gewöhnlichen *acusticus-Epithel* (Fig. 28—31 *r'''*) und dessen haartragenden Stäbchenzellen versehen. Mit seinem obersten Ende erreicht es nicht ganz das Niveau des oberen Randes des Knorpelrahmens und beginnt dort als ein schmaler Streifen, welcher nach unten immer mehr an Breite zunimmt. Am oberen Ende des cylindrischen Zapfens wird die davon bekleidete Fläche schnell breiter und nimmt an derselben nicht blos den vorderen, sondern auch den grössten Theil der inneren und einen Theil der äusseren Wand ein. Bis hinunter zum Boden desselben reicht das Nervenepithel nicht. In seiner ganzen Ausdehnung ist dasselbe von einem Otolithen bedeckt (Fig. 24—26, 28—31 *p'*), welcher demnach eine entsprechende schleuderähnliche Gestalt besitzt. Er wird freilich leicht aus der Lage gebracht, allein eine Schnecke mit unverletztem Otolithen herauszupräpariren, gehört, wenn man die übrigen Labyrinththeile zu conserviren aufgiebt, gar nicht zu den schwierigeren Aufgaben. Meine Erfahrung ist somit in dieser Beziehung der Deiters' vollkommen entgegengesetzt, denn er sagt von dem Otolithen: »bei möglichst vorsichtiger Präparation fand ich denselben nicht«, und betrachtete den Crystallbrei, den er bisweilen antraf, als aus dem Sack heruntergesunken. Längs der Aussenseite der Schnecke verläuft der *ramus lagenae* (*q''*). Er ist der vorderste der Zweige, welche vom Schneckenaste ausgehen und besitzt nicht dieselbe Mächtigkeit, wie der *ramus basilaris*. Der Hauptstamm läuft gegen das untere Ende des Knorpelrahmens, allein nimmt dadurch, dass er gerade nach unten gehende Zweige abschickt, welche sich in kleine, in der Knorpellamelle befindliche Canäle einsenken und durch diese die Schneckeninnenfläche erreichen, nach und nach ab.

Unzweifelhaft ist die so eben beschriebene, ungewöhnliche Grösse der *lagena* und die Lage derselben zum Basilartheil das für die Schnecke der Eidechsen am meisten Eigenthümliche. Man hat jedoch nicht, wie mir scheint, die Erklärung in einer excessiven Entwicklung derselben, sondern in der noch geringfügigen Entwicklung der *pars basilaris* zu suchen. Die Schnecke bildet, wie die embryologischen Untersuchungen uns gelehrt haben, einen vom *sacculus* abgeschnürten Theil. Im Verhältniss zum stärkeren Hervortreten ihrer physiologischen Funktion wächst dieselbe in der Reihe der Vertebraten an Grösse und wird zugleich immer vollständiger abgeschnürt. Sehr klein und am wenigsten abgetrennt bei den

Fischen, bildet sie bei den Batrachiern eine grössere, mehr selbständige Abtheilung, welche jedoch noch immer in weit offener Communication mit dem *sacculus* steht. Dann fehlen uns nähere Untersuchungen der verbindenden Zwischenglieder, welche wir wohl bei den Schlangen zu suchen haben, denn bei den Eidechsen hat sowohl die relative Grösse, als die Abschnürung auf einmal grössere Fortschritte gemacht. Die Communication mit dem Sack ist auf eine kleine Oeffnung beschränkt. Die Wände der beiden Organe sind selbständig, stehen jedoch noch in Berührung mit einander. Das ist auch bei den Schildkröten nur in einem etwas höheren Maasse der Fall. Bei den Vögeln ist dann die Schnecke noch grösser geworden, und die Oeffnung zu einem engen Kanal umgewandelt. Die Abschnürung hat ihren höchsten Grad erreicht, und bei den Säugethieren wächst die Schnecke nur an Grösse. — In ihrer niedersten Entwicklungsform bei den Fischen trennt sich die Schnecke, was die Beschaffenheit des Apparates betrifft, welcher das Nervenepithel trägt, nicht von den übrigen Sackgebilden des Labyrinthes, allein gleichzeitig mit der Zunahme an Grösse und Selbständigkeit tritt darin ein zusammengesetzter Apparat von höherer physiologischer Bedeutung auf. Sie erhält eine von dem einfach gebauten Lagenartheil verschiedene *pars basilaris*. Diese wird immer complicirter und nimmt einen immer grösseren Theil des Organs ein, und zwar immer den, welcher dem *sacculus* am nächsten liegt. Wir haben bei den Fischen, wie schon erwähnt, nur eine *lagena*. Bei den Fröschen tritt die erste Andeutung eines Basilartheils auf, allein sie ist nur ganz klein, und die Oeffnung gegen den Sack ist noch weit genug, um die *lagena* frei mit demselben communiciren zu lassen. Bei den Eidechsen ist der Basilartheil wohl grösser geworden und erscheint complicirter, ersteres doch nicht im Verhältniss zum ganzen Organ der Schnecke. Die Abschnürung ist dagegen vollständiger, und demnach besteht die *cochlea* derselben aus einem kleinen, dem Sacke am meisten genäherten Basilartheil und einer grösseren, neben diesem gelegenen *lagena*. Bei den Schildkröten nimmt die Grösse und die Abschnürung nicht wesentlich zu, allein die *pars basilaris* ist mehr entwickelt und nimmt den ganzen dem Sacke am nächsten gelegenen Theil der Schnecke in Anspruch, so dass der *lagena* nur die Spitze übrig bleibt. Bei den Vögeln und in noch höherem Grade bei den Säugern wächst nur der Basilartheil, und der Lagenartheil wird immer unbedeutender, verwandelt sich zum einfachen, blind geschlossenen Ende desselben, dem häutigen Kuppelblindsack. Allein in dieser ganzen Reihe findet der sogenannte Anfangstheil der Schnecke der Frösche keinen Platz. Bis auf Weiteres scheint er eine Eigenthümlichkeit dieser Thiere zu sein, jedoch werden wohl Untersuchungen in den Classen der übrigen Amphibien und bei den Schlangen Uebergänge nachweisen, und zwar erstere gegen die Fische, letztere gegen die

Eidechsen hin. Die Lage desselben, die Andeutung der Vereinigung der kleineren Abtheilung derselben mit dem Basilartheil, deren HASSE erwähnt, scheint anzudeuten, dass er zur *pars basilaris* gehört. Dürfen wir somit annehmen, dass der Basilartheil der Frösche aus zwei Abtheilungen besteht, einer vollständig entwickelten, wo der Knorpel an einer kleinern Stelle verdünnt wird und schliesslich verschwindet, so dass nur die Basilarmembran übrig bleibt, und einer anderen, dem Anfangstheile, wo dies noch nicht der Fall ist? Deutet etwa die mittlere Brücke des Knorpelrahmens der Eidechsen, die Theilung des *ramus basilaris* in zwei völlig getrennte Zweige, auf etwas Aehnliches?

Im Vorhergehenden ist schon bei jedem einzelnen Organe das Verhalten des dazu gehörenden Nerven angegeben. Ich brauche demnach nur wenige Worte über den Hauptstamm des *nervus acusticus* und dessen Verzweigung hinzuzufügen. Die erste Verzweigung in den *ramus vestibularis* und *cochlearis* findet schon im *porus acusticus* statt. Jeder Ast schwillt unmittelbar nach seinem Heraustreten aus dem Hauptstamme bedeutend an (Fig. 20), und zwar wegen eines hauptsächlich an seiner Innenseite befindlichen Ganglion, welches theils dazu beiträgt den Knochenkanal, durch welchen der Zweig ins Gehäuse tritt, auszufüllen, theils auch nach innen von demselben sich befindet. Der Vorhofsast ist bei seinem Heraustreten aus der Ganglienmasse schmal und theilt sich nach kurzem Verlaufe in drei Zweige. Der eine, am weitesten nach innen belegene (p''), begiebt sich zum *recessus utriculi*, der folgende (p) zur sagittalen Ampulle, der äusserste (p') zur horizontalen. Der Schneckenast scheint dagegen mächtiger zu sein. Von seiner äusseren Seite geht der *ramus sacculi* (Fig. 24 q''') aus, von der hinteren hoch oben ein schmälerer Ast (Fig. 20 q) für die frontale Ampulle, danach der breite *ramus basilaris* (q'), zwischen welchem und der Schnecke sich die Ganglienmasse nach unten fortsetzt (Fig. 30), und schliesslich erscheint am vorderen Rande des Nerven der beinahe gerade nach unten gehende *ramus lagenae* (q''). Die Verzweigung ist demnach dieselbe wie bei den Fröschen und Schildkröten. Der Hauptunterschied gegenüber dem Verhalten bei den Vögeln und Säugethieren bildet der Ursprung des Zweiges, welcher der frontalen Ampulle angehört. Dieser geht ja bei den Fröschen, den Eidechsen und Schildkröten vom *ramus cochlearis* aus. Bei den Vögeln ist er selbständig, bei den Säugethieren kommt er aber aus dem *ramus vestibularis*. Bei den Fröschen besitzt der Schneckenast noch einen Zweig, welcher den vorhin erwähnten Anfangstheil versorgt. Ob die Zweige des *ramus vestibularis* wie bei den Fröschen, Schildkröten und Vögeln auch bei den Eidechsen eingestreute Ganglienzellen besitzen, ist mir noch nicht bekannt, wenn auch nicht unwahrscheinlich. Sie haben sich möglicherweise alle zu dem grossen, gemeinsamen Ganglion gesammelt, dessen

Vorhandensein bei anderen Wirbelthieren, soweit ich weiss, noch nicht beobachtet ist.

Ein Rückblick auf das Vorhergehende zeigt, dass das Eigenthümlichste am Labyrinthe der Eidechsen das Persistiren des *epoticum* am Gehäuse desselben, der grosse und hoch gelegene *sacculus*, die im Verhältniss zum Basilartheil der Schnecke mächtige *lagena*, und die im Knorpelrahmen befindliche mittlere Brücke ist. Das *epoticum* besitzen sie mit den Teleostiern gemeinsam. Das Verhalten des Sacks erinnert namentlich an dasselbe bei den Selachiern. Die Schnecke steht ziemlich allein, am nächsten den Fröschen, und findet wohl sicherlich ihr nächstverwandtes Homologon bei den Schlangen. Mit den Schildkröten und wahrscheinlich allen übrigen Reptilien haben sie den ungewöhnlich grossen, perilymphatischen Sack und den dazu gehörenden *canalis lymphaticus* gemein. Das Vorkommen des *recessus scalae tympani* erinnert an den bei den Schildkröten und Vögeln. Abgesehen von der wichtigen, höheren Entwicklung der Schnecke, scheint mir das übrige Labyrinth der Eidechsen wegen der Lage des Sacks und der Grösse desselben, dem Vorkommen eines verhältnissmässig mächtigen Ursprungskanals der frontalen Ampulle und der Aehnlichkeit zwischen seinem *aquaeductus vestibuli* und dem *recessus labyrinthi* bei den Selachiern diesen näher zu stehen, als, wie man *a priori* vermuthen sollte, den Amphibien, und vor allen den Batrachiern. Die Eidechsen scheinen in dieser Beziehung mit Uebergehen der letzteren ein direktes Bindeglied zwischen den Selachiern und Schildkröten zu bilden. Kommende Forschungen müssen die Verbindungsglieder nachweisen. Die Zeichnungen Ibsen's von dem Labyrinthe von *Siredon* und *Python* und die Deiters' von *Coluber natrix* und *Anguis fragilis* geben schon Andeutungen.

Es bleibt mir nun noch übrig, Dr. Hasse meinen warmen und herzlichen Dank für alle Hülfe in Rath und That und für das unverdrossene Wohlwollen, womit er mich in meiner Arbeit unterstützt hat, abzustatten. Auf seine Aufforderung hin und mit dem Gedanken an den alten Erfahrungssatz: *saepe accidit, ut res minutae et humiles plus conferant ad notitiam grandium, quam grandes ad notitiam minutarum* (*Aristoteles*), nahm ich dieselbe vor. Hat sie in geringem Grade diesen Satz bestätigt, und demnach zur Vergrösserung unserer vergleichend anatomischen Kenntnisse des Gehörorgans beigetragen, dessen sich Dr. Hasse mit so warmem und lebhaftem Interesse angenommen hat, so darf ich hoffen, dass er darin eine Belohnung für die mir geleistete Hülfe finden wird.

Würzburg, Juli 1870.

Erklärung der Abbildungen.

Die Buchstaben des grossen Alphabets haben für sämmtliche Figuren dieselbe Bedeutung, so dass sie die entsprechenden Theile des knöchernen und häutigen Labyrinths bezeichnen.

A. Sagittale Ampulle. *A'* Sagittaler Bogengang.
B. Frontale Ampulle. *B'* Frontaler Bogengang. *B''* Anfangskanal der frontalen Ampulle.
AB. Commissur der Bogengänge.
C. Horizontale Ampulle. *C'* Lateraler, *C''* medialer Theil des horizontalen Bogengangs.
D. *Utriculus*. *D'* *Recessus Utriculi*.
E. *Cochlea*.
F. *Aquaeductus Vestibuli*. *F'*. Seine Oeffnung in der Schädelhöhle. *F''* Dieselbe im *Vestibulum* oder *Sacculus*.
G. *Semicanalis* oder *Canalis lymphaticus*.
H. *Porus* oder *Nervus acusticus*. *H'* *Ram. vestibularis N. acustici* oder sein Kanal. *H''* *Ram. cochlearis N. acustici* oder sein Kanal.
I. *Nerv. trigeminus*.
K. *Canalis N. facialis*.
L. *Foramen jugulare*.
M. *Recessus Scalae tympani*.
N. *Foramen cochleare s. rotundum*.
O. *Foramen vestibulare s. ovale*.
P. Obere oder Basal-Fläche der Labyrinthpyramide.
Q. Aeussere Fläche derselben.
R. Vordere Fläche derselben.
S. Innere Fläche derselben.
T. Hintere Fläche derselben.

Taf. XVI. Fig. 1. Vergr. 4. *Lacerta viridis*. Schädel von aussen und hinten gesehen. *a*. *Occipitale basilare*. *b*. *Occipitale laterale*. *c*. *Occipitale superius*. *c'* *Process. spinosus Occip. superior*. *d*. *Squamosum*. *e*. *Parietale*. *f*. *Frontale*. *g*. *Praefrontale*. *h*. *Nasale*. *i*. *Postfrontale*. *k*. *Maxillare*. *l*. *Jugale*. *m*. *Quadratojugale*. *n*. *Pterygoideum*. *o*. *Quadratum*. *o'* Dessen Gelenkrolle. *p*. *Transversum*. *q*. *Columella*.

Fig. 2—8. Vergr. 6. *Lac. agilis*. Fig. 2. Hinterer Theil des Schädels mit rechts herauspräparirtem Labyrinthe von oben gesehen. Fig. 3. Dasselbe Präparat von unten und ein wenig von links gesehen. Fig. 4. Dasselbe Präparat von hinten und ein wenig von unten gesehen. Fig. 5. Aeussere Seite des hinteren Schädeltheils von aussen und unten gesehen. Fig. 6. Herauspräparirtes Labyrinth von aussen gesehen. Fig. 7. Die Schädelwand des hinteren Schädeltheils von innen und ein wenig von oben gesehen. Fig. 8. Herauspräparirtes Labyrinth von innen gesehen.

a. *Occipitale basilare*. *a'* *processus spheno-occipitalis*.
b. *Occipitale laterale*. *b'* Sein oberer Fortsatz. *b''* Sein vorderer Flügel. *b'''* Sein Fortsatz zum *Squamosum*.
c. *Occipitale superius*. *c'* *Spina*, *c''* *Crista*, *c'''* *Ala posterior Occipit. superior*.
d. *Squamosum*.
e. *Basilare sphenoidale*. *e'* Sein *processus pterygoideus*.

f. Sutur zwischen *occipit. basilare* und *laterale.*
g. *Sutura prootico-sphenoidalis.*
h. ,, *epi-prootica.*
i. ,, *epi-opisthotica.*
k. ,, *pro-opisthotica.*
l. *Crista* der vorderen Fläche des Labyrinthes.
m. *Processus sphenoidalis.*
n. Vorderer Fortsatz des *prooticum.*
o. *Canalis N. hypoglossi inferior, o' superior.*
p. *N. Vagi.*
q. *N. Glossopharyngei.*
r. *Apertura posterior Canalis Vidiani.*
s. *Sulcus venae jugularis.*

Fig. 9—14. Vergr. 6. *Lac. agilis.* Fig. 9. Unterer, nach hinten geneigter Theil des quer durchschnittenen Labyrinthes von oben gesehen. Fig. 10. Oberer Theil des quer durchschnittenen Labyrinthes von unten gesehen. Die beiden Präparate sind von zwei in etwas verschiedener Richtung und Höhe durchschnittenen Labyrinthen genommen. Fig. 11. Das Innere des knöchernen, durch Wegpräpariren der oberen und äusseren Wand geöffneten Labyrinthes von aussen gesehen. Fig. 12. Das Innere des knöchernen, durch Wegnahme der Schädelwand geöffneten Labyrinthes von innen gesehen. Fig. 13. Vorderer Theil eines in frontaler Richtung durchschnittenen Labyrinthes von hinten gesehen. Fig. 14. Hinterer Theil eines in derselben Richtung durchschnittenen Labyrinthes von vorn gesehen. Die beiden Präparate rühren von verschiedenen Labyrinthen her.

a. *Vestibulum.*
b. *Cavitas Cochleae.*
c. Vordere Ampullar-Kavität.
d. Hintere Ampullar-Kavität.
e. Scheidewand zwischen *Vestibulum* und der vorderen Kavität.
f. Scheidewand zwischen demselben und der hinteren Kavität.
g. Boden des *Vestibulum.*
h. Oeffnung zwischen *a* und *c.*
i. ,, ,, *a* und *d.*
k. ,, ,, *a* und *b.*
l. Einmündung der Commissur der Bogengänge in das Vestibulum.
m. ,, des horizontalen Bogengangs in das Vestibulum.
n. ,, des sagittalen Bogengangs in seine Ampulle.
o. ,, des frontalen Bogengangs in seine Ampulle.
p. ,, des horizontalen Bogengangs in seine Ampulle.
q. *Sulcus r. sacculi n. acustici.*
r. Grube, aus welcher der *Semicanalis lymphaticus* entspringt.
s. *Crista vestibularis.*
t. *Sulcus r. cochlearis n. acustici.*

Fig. 15. Vergr. 9. *Lac. agilis. Vestibulum* und Bogengänge des von aussen geöffneten Labyrinthes. *a'* Otolith des *Sacculus.*

Taf. XVII. Fig. 16—23. Fig. 16—19. Vergr. 6. *Lac. ocellata*, junges Individuum; Fig. 20, 21, 23. Vergr. 48. *Lacert. agilis;* Fig. 22. Vergr. 36. *Lac. agilis.* Fig. 16. Das gesammte vom perilymphatischen Sacke umschlossene, häutige Gehörorgan von aussen, Fig. 17 dasselbe Präparat von innen gesehen.

Fig. 18. Das ganze häutige Labyrinth von innen, Fig. 19 dasselbe Präparat von aussen gesehen. Fig. 20. *Utriculus* mit den in denselben einmündenden Ampullen und Bogengängen sammt einem Theile der inneren Wand des *Sacculus* von innen und unten gesehen. Fig. 21. Der grösste Theil der inneren Wand des *Sacculus* mit dem *Utriculus* und den in denselben einmündenden Bogengängen von aussen gesehen. Fig. 22. *Recessus utriculi* mit den beiden vorderen Ampullen von oben und ein wenig von aussen gesehen. Fig. 23. Die Einmündung des horizontalen Bogengangs und der Commissur der Bogengänge in den *Utriculus*.

a. *Sacculus*. *a'* Otolith des *Sacculus*. *a''* innere, *a'''* äussere Wand desselben.

b. Die vordere Ausbiegung des perilymphatischen Sackes, aus welcher der *Canalis lymphaticus* entspringt.

c. Die sackähnliche Erweiterung des *Canalis Lymphaticus* im *Recessus Scalae tympani*. *c'* Die Oeffnungen der derselben anliegenden *Vena jugularis intern. poster.* *c''* Ein Theil der Wand, durch welche die äussere Oeffnung des *Recessus Scalae tympani* geschlossen wird.

d. Pigmentloser Ring am perilymphatischen Sacke, welcher dem Umfange des *Foramen vestibulare* entspricht.

e. Die freien Ränder des von den Bogengängen abgelösten perilymphatischen Sackes.

f. *Sulcus transversus* der Ampullen.

g. *Crista auditoria*, *g'* *Septum cruciatum*, *g''* *Plana semilunata* der Ampullen.

h. Die Oeffnung zwischen den beiden vorderen Ampullen und dem *Recessus Utriculi*.

i. Die zwischen dem *Recessus Utriculi* und der horizontalen Ampulle stehen gebliebene Scheidewand.

k. Die Ausbiegung des horizontalen Bogengangs nach vorn in der Nähe seiner Mündung in den *Utriculus*.

l. Mündung des horizontalen Bogengangs in den *Utriculus*.

m. Mündung der Commissur der Bogengänge in denselben.

n. Falte zwischen dem horizontalen Bogengange und der Commissur, *n'* Falte zwischen der letzteren und der Wand des *Utriculus*, *n''* Falte zwischen der vorigen und der Wand des *Utriculus* an ihrer Einmündung in den *Utriculus*.

o. Otolith des *Recessus Utriculi*.

p. *Nervus Ampullae sagittal.* *p'* *Nerv. Amp. horizontal.* *p''* *Nerv. Recessus Utriculi.*

q. *Nervus Ampull. frontalis.* *q'* *Ram. basilaris n. cochlearis.* *q''* *Nerv. Lagenae.*

s. Oberer Grenzrand des dickeren Epithels an der inneren Wand des *Sacculus*.

t. Oeffnung oder Kanal zwischen dem *Utriculus* und dem *Sacculus*.

Fig. 24—32. *Lac. agilis*. Fig. 24—27 Vergr. 30. Fig. 28—32 Vergr. 60.

Fig. 24. Die Schnecke mit dem unteren Theile des *Sacculus* von innen und ein wenig von hinten gesehen. Fig. 25. Innere Wand der Schnecke und des *Sacculus* von aussen und ein wenig von vorn gesehen. Fig. 26. Die isolirte Schnecke von aussen und ein wenig von unten gesehen. Fig. 27. Der untere Theil der inneren Wand des *Sacculus* und der obere, quer abgeschnittene Theil der Schnecke von oben und innen gesehen, Fig. 28—32. Querschnitte durch die Schnecke, Fig. 28 durch den oberen Theil des Kegels der Lagena, Fig. 29 durch den unteren Rand des Knorpelrahmens, Fig. 31 durch die Brücke in der Mitte desselben, Fig. 30 durch den mittleren Theil der oberen Basilarmembran, Fig. 32 durch die obere Vereinigung des Knorpelrahmens. Fig. 28 und 30 sind von einem kleineren, mit Müller'scher Flüssigkeit und

Salzsäure, Fig. 29, 31 und 32 von einem grösseren mit Alkohol behandelten Präparate genommen.

a. *Sacculus.* *a''* innere, *a'''* äussere Wand desselben.
b. Rinne am vorderen Rande des *Sacculus.*
c. Oeffnung zwischen dem *Sacculus* und der Schnecke.
d. Die Knorpellamelle, *d'* ihr vorderer Rand, *d''* der von derselben in der Lagena gebildete Wulst.
e. *Membrana Reissneri*, *e'* Falte bei ihrer Umbiegung zum Dach der Schnecke, *e''* Falte des Daches.
f. Die Zellenmasse am hinteren Rande der Schnecke.
g Der vordere Schenkel des Knorpelrahmens oder der Nervenknorpel, *g'* der Wulst desselben.
h. Der hintere Schenkel des Knorpelrahmens, *h'* seine innere, scharfe Kante.
i. Die Brücke in der Mitte des Knorpelrahmens.
k. *Membrana basilaris*, *k'* ihre obere, *k''* ihre untere Hälfte.
l. Das Organon Köllikeri.
m. *Scala Vestibuli.*
n. *Scala Tympani.*
o. Die äussere, *o'* die innere Wand des perilymphatischen Sackes.
p. Lagena, *p'* ihr Otolith.
q. *Ram. Ampullae frontal.*, *q' ram. basilaris*, *q'' ram. Lagenae*, *q''' ram. Sacculi* des *ram. Cochlearis n. acustici.*
r. Das Epithel der *Membrana Reissneri*, *r'* des Nervenknorpels, *r''* des hinteren Knorpelschenkels, *r'''* der Lagena.
s. *Membrana Corti.*

IX.

Das knöcherne Labyrinth der Frösche.

Von

Dr. C. Hasse.

Mit Tafel XVIII.

Der knöcherne Gehörapparat der Batrachier, zu dessen Untersuchung ich mich wiederum *rana temporaria* und *esculenta* bedient habe, hat desswegen ein grosses Interesse, weil wir an demselben im Gegensatze zu den Fischen zum ersten Male einen Schallzuleitungsapparat wie bei den höheren Thieren, eine Paukenhöhle auftreten sehen, deren Beziehungen ein Vorbild der Verhältnisse sind, die wir in der nächstfolgenden Classe der Reptilien auftreten sehen, und von dem ausgehend wir zum Verständniss des wichtigen und complicirten *cavum tympani* der Vögel, der Säuger und des Menschen gelangen. Was dann das Labyrinth selber betrifft, so haben wir auch in diesem die einfachste Form der bei den höheren Wirbelthieren vorkommenden geschlossenen, knöchernen Gehäuse mit allen Theilen, und zugleich eröffnet sich bei der Betrachtung dieser Form das Verständniss für die bei den Fischen vorkommenden Verhältnisse. Wohl finden sich in der Literatur und namentlich bei WINDISCHMANN, [1]) auf dessen Beobachtungen ich mich zu stützen vermag, Angaben über das *cavum tympani* und das dasselbe nach aussen hin abschliessende Trommelfell, allein eine eingehendere Beschreibung fehlt und namentlich ist der vergleichend anatomische Standpunkt durchaus nicht genügend gewahrt, und somit müssen diese Beobachtungen, so tüchtigen Forschern sie auch angehören, entschieden in diesem Sinne weiter geführt werden. Ich werde auf die für die nachfolgenden Betrachtungen wichtigen früheren Angaben an geeigneter Stelle zurückkommen. Ich beginne zunächst mit der Schilderung

1) De penitiori auris in amphibiis structura. Lipsiae 1831.

des mittleren und inneren Ohrs der Batrachier, um davon ausgehend dann in kurzen Umrissen die Modificationen zu zeichnen, welche in successiver Entwicklung immer grössere Complicationen darbietend in der Reihe der höherstehenden Wirbelthiere sich geltend machen, Modificationen, auf die ich theilweise schon in den beiden vorhergehenden Abhandlungen aufmerksam gemacht.

Gehen wir zunächst von der Betrachtung der das Labyrinth und die Paukenhöhle bildenden Knochen aus, so sehen wir ersteres nach vorn von dem *foramen jugulare*, nach hinten von der Durchtrittsstelle des *trigeminus* (Fig. 5 *a*) an der Seitenfläche des Schädels gelagert, von dem mit den *occipitale laterale* vereinigten *opistoticum* (Fig. 4 *d*) und dem *prooticum* gebildet. Oben, hinten und vorn ist es von Weichtheilen bedeckt und durch sie namentlich oben von der Haut des Körpers geschieden, unten dagegen ruht es auf einem Theile des Primordialkranium und einen dasselbe deckenden Belegknochen dem *parasphenoidale* (Fig. 10 *d*), während die Paukenhöhle mit ihren Nebenräumen einerseits und zwar grösstentheils durch Weichtheile, andererseits mit Hülfe des Kiefersuspensorium und zwar des *os squamosum* (Fig. 9 *c*) oder des von einigen Autoren (Ecker [1]) sogenannten *os tympanicum* und des *os quadratum* (Fig. 9 *b*), dem hinteren Arme des *os tympanicum* nach Ecker gebildet wird. Das Trommelfell, (Fig. 2 *k* Fig. 3 *a*) an der Seite des Kopfes unmittelbar unter der Haut, oberhalb der Gelenkverbindung des Unterkiefers mit dem Kiefersuspensorium gelegen, lässt sich durch Abziehen der äusseren Decke ohne weitere Schwierigkeit und ohne jegliche Verletzung leicht zu Gesicht bringen und stellt eine rundliche, durchsichtige, stark pigmentirte Membran dar, in deren Mitte in Gestalt eines weisslichen nach oben fortziehenden und breiter werdenden Flecks die Anheftung der ersten knorpligen Abtheilung der *columella* (Fig. 3 *c*), des Schallzuleitungsapparates sich findet. Die Membran steht von oben, innen, nach unten aussen, vorne etwas mehr medianwärts gewandt als hinten und ist, wie Ecker richtig bemerkt, in einem Knorpelrahmen (Fig. 2 *k*) ausgespannt, der jedoch, wie mir scheint, unvollständig oben vorne etwa in einem Viertheil seines Umfanges durch das *os squamosum* unterbrochen ist, an dessen hinteren Theile, dem mittleren Arme des *os tympanicum* nach Ecker, und zwar an der Aussenfläche zur Anheftung der *membrana tympani* eine schwach lanzenförmig von vorne unten, nach hinten oben verlaufende Leiste sich findet. Vorn sowohl wie hinten ragt der freie Ring des Trommelfells nach aussen über das *os quadratum*, welches man undeutlich durch die Membran als einen schräg von oben vorne, nach hinten unten gehenden Balken durchscheinen sieht, ohne sich mit demselben zu verbinden, dagegen lehnt sich der

1) Die Anatomie des Frosches Braunschweig 1864.

untere Theil des *annulus* an den oberen Rand desjenigen Theils des *os quadratojugale*, des *os jugale* nach Ecker, der aus dem unteren Theile des keulenförmig verdickten und den Unterkiefer tragenden *os quadratum* vorne hervorgeht, ohne aber durch diesen Knochen eine Unterbrechung zu erleiden. Das Trommelfell wird einmal durch diesen Knorpelring in seiner Lage straff ausgespannt erhalten, allein dieser würde dazu allein nicht genügen, sondern es muss noch etwas hinzukommen, um die Spannung aufrecht zu erhalten, und das ist die Fascie des *musculus depressor maxillae* und des *temporalis* (Ecker), die sich ausserordentlich straff an die Peripherie des Ringes anheftet. Hat man diese Fascie mit den Muskeln weggehoben, so fällt das Trommelfell leicht zusammen, der Grad der Spannung ist vermindert. Nach Wegnahme der *membrana tympani* sieht man in einen nach oben und innen hin rasch trichterförmig sich zuspitzenden Raum, das *cavum tympani*, dessen Wände dennoch nicht gleichmässig gestaltet sein können. Der Trichter ist flach, seine Oeffnung entsprechend der Gestalt des Trommelfells rundlich (Fig. 1 *d*). Die untere, vordere und hintere Wand des Trichters sind länger als die obere und schräge der Stellung der Spitze des Trichters entsprechend nach innen gerichtet, und von allen ist natürlich die untere am längsten und zugleich schrägsten. Die obere ist kurz und geht in der horizontalen Ebene gelagert gerade von aussen nach innen und nur wenig nach unten. Die obere Wand schlägt sich unter das *squamosum* und das unter demselben gelagerte hakenförmig nach hinten gebogene obere Ende des Quadratbeins weg. Die Wandungen der Paukenhöhle werden durch eine zarte, namentlich oben stark pigmentirte Membran gebildet, deren Pigmentzellen nach innen bis in die Nähe der Spitze immer reichlicher werden, während diese selbst pigmentfrei erscheint. Sie wird rings von Muskeln umgeben und zwar von dem *depressor maxillae* und dem *temporalis* resp. *masseter* und lehnt sich nur oben an den vorher genannten Knochen an. Der *depressor* liegt hinten, der *temporalis* vorne. Ersterer füllt am Schädel den Raum zwischen der Hinterfläche des seitlichen Hinterhauptbeins und der Anheftung des Unterkiefers an das untere Ende des Quadratbeins aus, während der Schläfenmuskel mit seinem Ursprunge die Oberfläche der Labyrinthknochen bedeckend und den Raum der Augenhöhle von hinten her verengend den dreiseitig pyramidalen Raum zwischen dem nach vorne hinziehenden Fortsatz des *os squamosum*, dem vorderen Arme des *tympanicum* (Ecker), dem *quadratum*, dem *quadratojugale* und dem *pterygoideum* ausfüllt. Diese Muskeln bewirken die Verengerung der Paukenhöhle und leiten dieselbe nach oben und innen gegen das *os quadratum*, gegen die hakenförmige Umbiegung, die dasselbe in seiner Vereinigung mit der Unterfläche des *squamosum* zeigt, und an der die Spitze des Trichterraums gelagert, gegen die die Wände convergiren. Diese zeigt sich (Fig. 1 *c*) in Gestalt einer

halbmondförmig von unten hinten, nach oben vorne gekrümmten, und spitz beginnenden und oben sich verbreiternden Spalte, die sich unter dem an der Decke des *cavum* gelegenen, knöchernen Theil der *columella* wegzieht, welche horizontal nach innen verlaufend fast rechtwinklig gegen die erste dem Trommelfell anliegende dolchartig geformte Knorpelmasse derselben abgesetzt ist. Die Spalte, welche also theilweise vom *os quadratum* umfasst wird, führt in einen nach innen von diesem gelegenen Raum, der die Gestalt einer nach unten hin weit offenen Röhre hat, die sich in die Rachenhöhle öffnet und nichts anderes ist als die ungeheuer entwickelte *tuba Eustachi.* Diese besteht gerade wie die eigentliche Paukenhöhle grösstentheils ausschliesslich aus Weichtheilen.

Die Tuba hält sich an den Bereich der das Kiefersuspensorium constituirenden Knochen und erstreckt sich nicht über diese hinaus nach innen. Um die Verhältnisse derselben zu verstehen, ist es natürlich nöthig zunächst einen Blick auf die Knochen und deren Verbindungen zu werfen. Von dem *prooticum* vorne oben ausgehend erstreckt sich ein lateralwärts und etwas nach oben gerichteter Fortsatz, der *processus squamosus*, auf dessen Beziehungen zum Labyrinthe ich alsbald zu sprechen komme. Dieser (Fig. 9 *d*) von der äusseren Labyrinthfläche sich entfernend trägt an seinem freien äusseren Rande das *os squamosum,* welches etwas nach oben mit einer niedrigen Platte gebogen seine Hauptmasse nach vorne zur Umschliessung der Augenhöhlen erstreckt (Fig. 9 *c*), während an dessen Unterfläche wie schon erwähnt hakenförmig zur Umschliessung des Paukenhöhlenendes gekrümmt das *os quadratum* sich findet, welches also weit von der äusseren Labyrinthwand entfernt nach unten, aussen und hinten verläuft. Vom unteren Theile dieses bis zur Mitte desselben entspringend erstreckt sich nach vorne, oben und innen verlaufend und somit wieder den Labyrinthknochen sich nähernd der Körper des *os pterygoides* (Fig. 14 *h*), und dieser nimmt unterhalb des *processus squamosus* des *prooticum* einen unter der Basis desselben mit dem *prooticum* articulirenden Fortsatz auf, und die Spalte zwischen diesen beiden, die nach aussen durch den hakenförmigen Theil des Quadratbeins abgeschlossen wird, ist durch eine Membran ausgefüllt (Fig. 4 *a*), welche nur in der Ecke an der Basis des Schuppenfortsatzes eine Oeffnung zeigt (Fig. 4 *b*), die gegen die Augenhöhle hinführt. Nach hinten von diesem Schädelfortsatze des Flügelbeins und von der oben erwähnten Membran, nach innen von dem vereinigten *quadratum* und *pterygoides*, nach unten von der knöchernen Abtheilung der *columella* (Fig. 3 *d*), die medianwärts von dem Ende der Paukenhöhle liegt, und nach aussen von der äusseren Labyrinthfläche bis an den lateralen Rand des *processus squamosus* des einen Labyrinthknochens ragend findet sich die Tubenröhre. Sie wird unten weit, entsprechend dem weiteren Abstande des Kiefergerüstes von den Labyrinthknochen, nach

oben entsprechend der geringeren Distanz eng und nicht blos von innen nach aussen, sondern auch von vorne nach hinten, so dass das unten cylindrische Lumen oben spaltförmig erscheint, und zwar weil ihre hintere, membranöse Wand oben auf den unter dem frei vorspringenden *processus squamosus* nach innen laufenden, knöchernen Theil des Schallzuleitungsapparates treffend von diesem sich wegbegiebt, um in der Höhe von dessen oberen Rande an der vorhin erwähnten Ausfüllungsmembran und an dem lateralen Rande des Schuppenfortsatzes zu enden und nach aussen in das trichterförmige Ende des *cavum tympani* am *os quadratum* überzugehen. Der Raum zwischen *columella* und der Ausfüllungsmembran ist eng und somit auch der obere Theil des Tubenlumens. Diesen Theil, der sich so in die Paukenhöhle öffnet, kann man noch zu dieser rechnen und dann sagen, das *cavum tympani* wird im Umfange des oberen Theils des *os quadratum* eng und setzt sich, nachdem die *columella* mit ihrem knöchernen Theile die Wand dieser Enge nach oben und hinten durchbohrt, vor demselben, ohne ihn einzuschliessen, und nach hinten von der Ausfüllungsmembran bis zur Basis des Schuppenfortsatzes des *prooticum* fort, um dort blind geschlossen zu enden, geht aber in diesem Theile nach unten hin in die allmählich sich erweiternde und in den Rachen sich öffnende Tube fort, die dann zwischen ihrem inneren Umfange und den Labyrinthknochen einen nach unten hin sich erweiternden Raum lässt. Einen ähnlichen findet man oberhalb der knöchernen Abtheilung der *columella* und unterhalb des kragsteinartig vorspringenden *processus squamosus* des *prooticum*, allein derselbe ist viel enger. In der medianen Begrenzung desselben an der Basis des Schuppenfortsatzes ist theilweise oberhalb der *columella* die Oeffnung der Verschlussmembran sichtbar (Fig. 3*g*), und durch diese tritt ein Nervenast, der von dem *foramen trigemini* her an der vorderen Fläche des *prooticum* entlang verlaufend, wahrscheinlich aus dem *trigeminus* stammt, und oberhalb der *columella* nach hinten verlaufend (Fig. 2*d*) auf dem oberen Theile der Hinterwand der Tube zu liegen kommt. Diese kreuzt er, nachdem er vorher einen über die alsbald zu erwähnende Keule der *columella* verlaufenden Ast (Fig. 2*c*) aus dem *vagus* (Fig. 2*b*) aufgenommen hat. An den äusseren Umfang der Tube, nach innen vom Quadratbein angekommen, sendet er dann einen Ast gerade nach unten, einen anderen über den unteren Theil des Quadratbeins nach aussen, und dieser verliert sich wohl in dem *depressor maxillae inferioris* (Fig. 2) am unteren Theile der Hinterwand der Paukenhöhle vorbeiziehend (Fig. 2*i*). Die Vorderwand der Tube lehnt sich auf schon beschriebene Weise an die vorhin erwähnten Knochen an, und die Hinterwand derselben, sowie der knöchernen Abtheilung der *columella* und des oberhalb desselben gelegenen Raumes ist im lebenden Zustande von Muskeln bedeckt und namentlich von dem *depressor*

maxillae und dann von dem *musc. sternocleidomastoideus*, der unterhalb der *columella* seinen Ursprung nimmt. Muskeln füllen auch den Raum zwischen der Innenwand der Tube und der Aussenwand des Labyrinthes.

Wenden wir uns nun nach dieser Schilderung der Paukenhöhle und der Tube und des zwischen ihr und der äusseren Labyrinthwand befindlichen Raumes zur Beschreibung des Gehäuses selbst, so finden wir, dass dasselbe fast vollkommen die Masse der dasselbe constituirenden Knochen, des *prooticum* und vereinigten *opistoticum* und *occipitale laterale* absorbirt, und dass namentlich nach Wegnahme des von dem *prooticum* entspringenden und mit dem *squamosum* sich verbindenden dachförmigen Vorsprungs (Fig. 9 *d*) und nach Wegnahme der Condylen des Hinterhaupts und des *parasphenoidale*, des *sphenoidale* nach Ecker, das Gehäuse fast in voller Ausdehnung vorliegt und eine weitere genauere Isolation fast unmöglich erscheint. Das knöcherne Labyrinth schliesst sich nach innen vorne mit einem vom *prooticum* ausgehenden und über die vordere Labyrinthfläche sich hinüberwölbenden Vorsprunge an das *os parietofrontale* an. Dieses legt sich mit einer Schuppennaht, die in der Mitte stark nach aussen vorspringt, über die Oberfläche des nach vorne innen ragenden Vorsprungs hinüber. Nach hinten und innen wird das Gehäuse durch eine Furche, welche oben vorne vom Umfang des Hinterhauptlochs bis zum *foramen jugulare* verläuft, von der *pars condyloidea* des seitlichen Hinterhauptbeins abgetrennt. Aussen, und zwar vorne oben schliesst sich dasselbe durch Hülfe des weit lateralwärts ragenden *processus squamosus* an den Schuppentheil des Kiefersuspensorium an, während es dagegen vorne unten mit dem Schädelfortsatze des *os pterygoides* (Fig. 14 *fg*) articulirt. Unten ruht es auf dem seitlichen Vorsprunge des, wie bekannt, kreuzförmig gestalteten Belegknochens des Primordialkranium, des *parasphenoidale*, des *sphenoidale* nach Ecker, welches durchaus kein Homologon des *basisphenoidale* der höheren Thiere, einer knöchernen Abtheilung des Primordialkranium, sondern nur, wie erwähnt, ein bei den niederen Wirbelthieren vorkommender Belegknochen desselben ist. Die Gestalt des Labyrinths kann man im grossen Ganzen wie bei den Schildkröten auf die einer unregelmässigen, abgestutzten, vierseitigen Pyramide zurückführen, deren Basis nach oben und etwas nach aussen, deren Spitze im wesentlichen nach unten gerichtet ist, mit einer äusseren, oberen, vorderen, hinteren und inneren Fläche. Die Pyramidenform tritt aber bei den Batrachiern nicht so deutlich zu Tage wie bei den Schildkröten, da das ganze Labyrinth mehr von oben nach unten zusammengedrückt erscheint.

Die äussere, senkrecht gestellte und etwas nach hinten hin sehende Fläche des Gehäuses ist grösstentheils frei, an der Seitenwand des knöchernen Schädels sichtbar, im lebenden Zustande von Muskeln be-

deckt und durch diese von der Innenwand der Tube geschieden. Sie ist im wesentlichen dreiseitig gestaltet mit stark abgerundeter, unterer Spitze und breiter, oberer Basis. Sie biegt allmählig abgerundet in die freie, hintere Fläche um, vorne dagegen muss dieselbe aus dem Knochen und zwar dem *processus squamosus* herausgearbeitet werden und springt mit der vorderen Wand scharf und weiter lateralwärts vor, wie hinten. Auch die Verbindung mit der oberen Fläche ist stark prominent, und in der vorderen Hälfte ebenfalls im Schuppenfortsatze eingebettet. Der vordere, obere Winkel, der weiter lateralwärts liegt wie der hintere, markirt sich nicht so deutlich wie dieser, der einen abgerundeten Vorsprung darstellt und angiebt, wo die frontale Ampulle gelagert ist. Der von der ganzen vorderen und einem Theile der oberen Kante entspringende Schuppenfortsatz, der auch auf ähnliche Weise bei den Schildkröten vorhanden ist, deren äussere Labyrinthfläche überhaupt ausserordentliche Aehnlichkeit mit der der Batrachier zeigt, springt dachartig über die Aussenwand vor und zeigt auf seiner Unter-Hinterfläche eine rundliche Grube zur Einlagerung des gleich zu erwähnenden keulenförmigen Theils der *columella*. Der freie Theil der in Frage stehenden Wand ist theils knöchern, theils knorpelig, und zwar bildet der Knochen die hintere Abtheilung und gehört dem *opistoticum* an, während der Knorpel (Fig. 4 *c*) vorne sich findet und bis an die Basis des vom *prooticum* ausgehenden Schuppenfortsatzes sich erstreckt, also bis an die hintere Grenze des in den Knochen eingebetteten Theils. Dieser Knorpel ist homolog dem bei den Schildkröten an der Aussenfläche auftretenden Nahtknorpel zwischen *pro-* und *opistoticum*, der oberhalb des *foramen vestibulare* verlaufend auf die Basis des Labyrinths übergriff. Eine solche Knorpelmasse von ähnlicher Bedeutung findet sich auch an der Spitze der Aussenfläche dort, wo sie dem *parasphenoidale* aufruht, und vorn an dieser articulirt dann der Schädelfortsatz des Flügelbeins, unmittelbar an den unteren Rand der Basis des Schuppenfortsatzes anstossend. In dieser Masse mehr der Spitze, als der Basis der Aussenwand genähert, findet sich das rundliche, nach aussen hinten sehende Vorhofsfenster (Fig. 4 *f*), welches durch die dritte Abtheilung der *columella*, einer keulenförmigen, knorpeligen Verdickung derselben verschlossen wird. Diese ist der *basis stapedis et columellae* anderer Wirbelthiere homolog, lagert sich aber nicht, wie es noch bei den Schildkröten zu sehen, in das *foramen vestibulare*, sondern liegt demselben bloss an, weit über die Peripherie desselben nach allen Richtungen hinüberragend. Im stumpfen Winkel nach innen und hinten gegen die knöcherne Abtheilung geknickt (Fig. 2 u. 3) legt sie sich in die Aushöhlung des *processus squamosus* und ruht mit ihrem unteren, vorderen Rande auf einer Ausbuchtung der Knorpelmasse unterhalb des Vorhoffensters (Fig. 3 *h*).

Die obere, etwas nach aussen unten abgedachte und leicht ausgehöhlte Fläche hat wie bei den Schildkröten eine unregelmässig vierseitige oder dreiseitige Gestalt mit innerer, abgerundeter Spitze und erscheint im Gegensatze zu den Schildkröten grösstentheils frei unter Haut und Muskeln liegend, wenigstens missglückten weitere Isolationsversuche regelmässig. Die eine Kante, in der sie sich mit der äusseren Wand verbindet, läuft von aussen vorne nach innen hinten, die zweite mit der sie in die vordere übergeht, von aussen vorne nach hinten innen, die dritte zur Verbindung mit der hinteren von aussen hinten nach innen und vorne, und die vierte an der Vereinigungsstelle mit der inneren, die kürzeste, steht in der Sagittalebene. Erstere ist der Ausdruck des horizontalen (Fig. 9 *k*), die zweite der des sagittalen (Fig. 9 *i*) die dritte der des frontalen Bogengangs (Fig. 9 *g*), und die letzte der der Commissur, während die beiden äusseren Winkel von den wenig auf der Aussenfläche sich markirenden zusammenstehenden Ampullen und von der hinteren stark vorspringenden, frontalen Ampulle eingenommen werden. Von den Leisten der Bogengänge ist die sagittale wieder am meisten aus der entsprechenden Ebene herausgelagert. Ueber die obere Wand, aber nicht wie bei den Schildkröten sich genau an die Mitte haltend, verläuft, mehr der hinteren Leiste genähert, am Fusse derselben eine Knorpelnaht nach innen, die Trennungsgrenze zwischen *pro-* und *opistoticum*. Zuweilen besteht auch die ganze Leiste bis zur hinteren Abdachung aus Knorpel und dann zeigt sich in demselben ein selbständiger Knochenkern, das Homologon des *epoticum* der Fische. Immer aber und namentlich im ersteren Falle hat der hintere Kamm ein eigenthümliches und bemerkenswerthes Aussehen. Es scheint, als habe sich ein die Leiste constituirender und von dem *prooticum* durch den Knorpel getrennter Knochen von unten an der seitlichen den Umfang des Hinterhauptloches constituirenden Platte des *occipitale laterale* (Fig. 4 *e*) emporgeschoben (Fig. 4 *d*), und als bedecke die Platte von hinten diesen Knochen, allein es lässt sich mit dem Messer keine Trennung nachweisen. Dennoch ist das Bild ein so in die Augen fallendes, dass zusammengehalten mit dem, was wir von den Schildkröten wissen, ich nicht anstehe die Meinung zu äussern, dass wir in diesem Verhalten die erste Andeutung der bei den Reptilien vorkommenden Trennung zwischen seitlichem Hinterhauptsbein und *opistoticum* haben. Die andere, wenig prominirende Leiste wird in ihrer inneren Hälfte von dem über das *prooticum*, wie vorhin erwähnt, sich weglagernden *parietofrontale* bedeckt und muss somit sammt der Umbiegung in die innere Fläche aus dem Knochen herausgearbeitet werden und ist von der äusseren Körperbedeckung abgetrennt.

Die vordere, etwas nach innen gerichtete Wand, an deren scharf vorspringender Vereinigung mit der äusseren Fläche oben der *processus*

squamosus entsteht, während unten der Schädelfortsatz des Flügelbeins articulirt, ist vollständig knöchern, wird vom *prooticum* gebildet und sieht am knöchernen Cranium theilweise frei gegen die Augenhöhle, theilweise und zwar mit ihrem abgerundeten Uebergange in die innere Fläche in die Schädelhöhle, und das kommt auf folgende Weise zu Stande. Von dem inneren Theile der Umbiegung gegen die obere Wand, die deshalb künstlich isolirt werden muss, entspringt ein Fortsatz, der mit dem *parietofrontale* verbunden, nach vorne und innen verlaufend, die vordere Fläche frei überdacht und hakenförmig vor derselben mit scharfer Kante umgebogen zwischen sich, der Vorderwand des *prooticum* und dem *basisphenoidale* eine ovale, schräg von oben, vorn und aussen, nach unten, hinten, innen gestellte Lücke lässt, das *foramen trigemini* (Fig. 6 *a*). Durch die scharf einspringende, vordere Begrenzung des *foramen* wird dann die gegenüberstehende, vordere Fläche in eine Augenhöhlen- und eine Schädelhöhlenabtheilung getrennt. An derselben unter dem Fortsatze verlaufen die durch das *foramen trigemini* tretenden Nerven und zwar in einer eigenen Furche, die dann weiter aussen zwischen *processus squamosus* und dem Schädelfortsatze des Flügelbeins bis an die geschilderte Ausfüllungsmembran zieht, und durch die Oeffnung dieser senden die Nerven den starken Zweig, den wir oberhalb der *columella* bei der Betrachtung der Paukenhöhle und ihrer Nebenräume verlaufen sehen. Ob dieser Nerv dem *trigeminus* oder etwa dem *facialis* angehört, wäre noch festzustellen, obgleich mir letzteres einigermaassen unwahrscheinlich.

Die hintere Fläche ist wie bei den Schildkröten in ihrem oberen Theile in Knochen eingebettet, kommt dagegen mit ihrer weitaus überwiegenden, unteren Abtheilung frei an der hinteren Schädelwand zum Vorschein, wendet sich aber innen theilweise dem *cavum cranii* entgegen. Sie wird von dem *opistoticum* gebildet, und dieses wird eben in dem oberen inneren Theile dort, wo hintere und obere Wand in einander übergehen, auf eine schon früher beschriebene Weise von der Platte des seitlichen Hinterhauptbeins überlagert. Es macht sich aber noch eine weitere Andeutung der bei den Schildkröten vollkommenen Trennung zwischen *opistoticum* und *occipitale laterale* geltend, und zwar in Gestalt einer stumpfen Leiste (Fig. 4 *g*), die an der Grenze zwischen dem freien und dem bedeckten Theile der hinteren Labyrinthfläche von dem oberen äusseren Winkel, dem Ausdrucke der frontalen Ampulle ausgehend, nach innen leicht gekrümmt verläuft und sich im oberen Umfange des *foramen jugulare* am unteren Rande der Platte des seitlichen Hinterhauptbeins verliert. Dadurch, dass das *occipitale laterale*, gerade wie vorne der Fortsatz zur Verbindung mit dem *parietofrontale*, welcher sich über die vordere Fläche zur Bildung des *foramen trigemini* hinüberwölbt, mit seiner *pars condyloidea* frei nach hinten über die hintere Fläche vorspringt und sich mit

seinem platten Theile an den oberen Theil der hinteren Fläche anlegt, wird das nach aussen hinten sehende *foramen jugulare* (Fig. 4 *k*, 5 *e* und 13 *d*) gebildet, und ist es bedingt, dass so wie vorne auch hier ein geringer Theil der Hinterwand, der abgerundet in die Innenfläche übergeht, gegen die Schädelhöhle hin sieht. Das ist um so mehr der Fall, weil der frei hinten am Schädel zum Vorschein kommende Theil ziemlich ausgebuchtet erscheint und dadurch den Rest mehr nach innen hindrängt, ein Verhalten, welches sich bei den Schildkröten im besonderen Maasse nicht nachweissen liess. Oberhalb dieser frei am Schädel anliegenden Abtheilung der Hinterwand, die den Uebergang gegen die Aussenfläche bildet und nach hinten innen vom Vorhofsfenster gelagert ist, findet sich eine unter dem Vorsprunge des frontalen Bogengangs wegziehende, breite Furche, die schon am hinteren oberen Umfange des *foramen vestibulare* beginnt und dann verschmälert unter der Trennungsleiste zwischen *opistoticum* und *occipitale laterale* über die nach innen gekehrte Abtheilung verläuft (Fig. 8 *d*). Diese dient zur Aufnahme eines aus dem *foramen jugulare* gegen den knöchernen Theil der *columella* verlaufenden Gefässes. Die innere von der *pars condyloidea* überdachte und durch das *foramen jugulare,* dessen Vorderwand sie bildet, in die Schädelhöhle sehende Abtheilung zeigt sich leicht vertieft und von zwei kleinen Löchelchen durchbrochen, die neben einander gelagert nach innen hinten dem Drosselloch entgegen gewandt und durch eine feine Knochenbrücke getrennt sind. Beide führen in die Labyrinthhöhle (Fig. 9 *f*), und das am weitesten nach aussen gelegene repräsentirt die *apertura aquaeductus cochleae*, während das innere am meisten gegen das *cavum cranii* gelagerte das Schneckenfenster repräsentirt (Fig. 4 *h*, *i*, 5 *d*, *e*, 6 *d*, 8 *b*, *c*). Oberhalb derselben verläuft die soeben erwähnte Gefässfurche (Fig. 8 *d*), und unterhalb erscheint ein durch eine schwache, gekrümmte, vom *condylus* herunterlaufende Leiste von der Schädelunterfläche getrenntes, halbmondförmiges Feld, auf das ich sogleich zu sprechen komme. Die beiden Oeffnungen sind niemals durch Membranen geschlossen, ebenso wenig wie es bei den Schildkröten und bei den Gänsen mit dem Schneckenfenster der Fall war. Die Betrachtung der Lageverhältnisse des *foramen rotundum* zu der *apertura aquaeductus cochleae* bei den Cheloniern, bei denen letztere nach oben aussen von ersterem lag, hat mich dazu gebracht, das äussere Löchelchen zu der Schneckenwasserleitung in Beziehung zu bringen, da mir sonst kein Homologon beifallen will und dieselbe ja als ein typischer Bestandtheil des Labyrinths erscheint. Wodurch kommt nun aber der Verschluss des *cavum* des Gehäuses und dieser beiden *foramina* zu Stande? In der *apertura aquaeductus cochleae* glaube ich ein feines Gefässchen gesehen zu haben; was aber das Schneckenfenster betrifft, so wird dieses auf dieselbe Weise wie bei den Schildkröten zugedeckt. Zwischen dem

unteren Umfange des inneren Theils der hinteren Labyrinthfläche und dem Aussenrande der *pars condyloidea* des seitlichen Hinterhauptbeins an der vorhin erwähnten, gekrümmten Leiste, unterhalb des halbmondförmigen Feldes sich ansetzend, spannt sich eine stramme, pigmentirte Membran aus (Fig. 2 *e* u. 7 *a*), die hinten mit einem freien, etwas ausgeschnittenen Rande aufhört. Dieselbe bildet den Boden eines nach aussen hinten offenen Kanals, der gegen die Schädelhöhle mittelst des *foramen jugulare* mündet, und deren Vorderwand die eben erwähnte Abtheilung der Hinterwand des *opistoticum* bildet, während Hinterwand und Dach vom *occipitale laterale* abgegeben wird. Dieser Kanal ist ausgefüllt vom *vagus* und *glossopharyngeus*, die also am *foramen cochleare* vorbeiziehen, dasselbe decken, während dann oberhalb derselben das erwähnte Gefäss und ein ähnliches wahrscheinlich auch unterhalb verläuft, von denen eines das Homologon der *jugularis interna* darstellt. Die den Boden des Kanals bildende Membran ist als ein selbständiger, verdickter Theil der Scheide dieser Elemente anzusehen. Dieser Befund eines Schneckenfensters schliesst sich vollkommen den Ansichten Ed. Weber's über die Existenz eines solchen an, nur das Dasein einer Verschlussmembran, einer *membrana tympani secundaria*, muss ich anzweifeln.

Sehen wir nun so die hintere Fläche des Labyrinthes der Batrachier in ihren Grundverhältnissen mit der entsprechenden der Schildkröten übereinstimmen, so ist das auch mit der inneren, der Schädelhöhlenwand der Fall, die nach vorne hin durch das *foramen trigemini*, nach hinten durch das *foramen jugulare* begrenzt, abgerundet in die hintere, resp. vordere Fläche übergeht, während dieselbe oben am Uebergange in die Basis der Labyrinthpyramide, einmal von der Platte des *occipitale laterale* und dann von dem *parietofrontale* bedeckt ist und nach unten auf das *parasphenoidale*, auf dem die Spitze des Kegels ruht, stösst. Die Fläche sieht ein wenig nach unten und ist namentlich in ihrem mittleren Theile in Gestalt eines niederen Wulstes ausgebuchtet, mit dem sie in den hinteren Theil der Schädelhöhle vorspringt. Sehen wir nun bei den Schildkröten den grössten Theil der Binnenwand des Labyrinths aus Knorpel bestehen, so ist das auch bei den Batrachiern aber in einem etwas beschränkteren Maasse der Fall. Ich habe in dieser Beziehung einen merkwürdigen Wechsel getroffen, ohne dass es mir gelungen, bestimmte Regeln aufzustellen. Oft ist die ganze Fläche knöchern bis auf einen von der Mitte der an das Schädeldach anstossenden Begrenzung bis zum Boden verlaufenden, schmalen Knorpelstreif, der überall in gleicher Breite vorhanden und die Grenze zwischen *pro-* und *opistoticum* anzeigt (Fig. 11 *h*). Hie und da habe ich aber diese Knorpelmasse sehr ausgedehnt gefunden (Fig. 6 *b*), und in den meisten Fällen namentlich oben, während dieselbe dagegen gegen die Spitze hin allmählig schmäler

wird. Selten habe ich den Knorpelstreifen ganz fehlen sehen. Im oberen Theile desselben, oberhalb des vorspringenden Wulstes zeigt sich constant eine Oeffnung (Fig. 5 *b*, 6 *a*), die bald ausgedehnt, bald klein, immer rundlich erscheint, und eine Lage einnimmt, wie bei den Schildkröten beschrieben. Es ist wie dort die *apertura aquaeductus vestibuli,* die, wie wir alsbald sehen werden, an derselben Stelle wie bei den Cheloniern und Vögeln im Binnenraume des Labyrinthes mündet. Unterhalb des Wulstes, ein wenig nach hinten gewandt und theilweise in den Bereich des *opistoticum* fallend, finden sich zwei neben einander gelegene Oeffnungen, von denen die kleinere, vordere (Fig. 5 *g*), wenn eine Knorpelmasse vorhanden ist, sich stets innerhalb derselben findet und ein wenig mehr dem Schädelboden genähert ist, während die grössere, hintere (Fig. 5 *f*) etwas weiter nach oben liegt und nur durch eine schmale Knochenbrücke von dem Schneckenfenster und dem vorderen Umfange des *foramen jugulare* getrennt ist. Erstere dient dem *ramus vestibularis* (Fig. 6 *f*) für die zusammenstehenden Ampullen und den *recessus utriculi,* letztere dem *nervus cochlearis* (Fig. 6 *e*) des *sacculus,* der frontalen Ampulle und der Schnecke zum Durchtritt. Sie liegen beide meistens in einer Einsenkung, einem *meatus auditorius internus,* und die kleinere Oeffnung führt in einen kurzen, nach aussen vorne gehenden Kanal, während die andere gerades Wegs nach aussen in die Labyrinthhöhle tritt.

Die abgestumpfte, halbkugelige Spitze der Labyrinthpyramide ruht, wie wir wissen, dem Belegknochen, dem *parasphenoidale* auf und ist in der Mitte knorpelig. Alle Flächen gehen in einander über, um den stumpfen Conus zu bilden und zwar die äussere und vordere ohne ihre senkrechte Stellung zu ändern, während dagegen die hintere und die innere, namentlich letztere, an der Schädelbasis umbiegen, und davon abhängig erscheint dann die Spitze etwas nach aussen und vorne gewandt, im Gegensatze zu den Schildkröten, bei denen dieselbe nach hinten und innen kehrte, ein Verhalten, welches seinen Grund in der Entwicklung der häutigen Theile, vor Allem des *sacculus* hat, der relativ stärker wie bei den Cheloniern, namentlich nach aussen, unten und vorne sich entwickelt. Dieser muss nothwendig die Form des Gehäuses bedingen, weil die bei den höheren Thieren nach unten ragende Schnecke bei den Batrachiern sich kaum über das untere Niveau derselben erhebt (Fig. 14 *c*), und somit auch nicht das Gehäuse ausbuchten, gleichsam vor sich hertreiben kann.

Dies die Verhältnisse der äusseren Form des knöchernen Labyrinths, aus denen hervorgeht, dass, wenn auch Differenzen vorhanden, dennoch eine Uebereinstimmung mit den wesentlichen Theilen der Schildkröten da ist und ich wende mich jetzt zur Schilderung des wichtigen Binnenraums, dessen Form freilich schon im grossen Ganzen aus der äusseren

Beschaffenheit des Gehäuses resultirt, der aber in den Einzelheiten wesentliche Verschiedenheiten darbietet. Es lassen sich am bequemsten folgende Abtheilungen an demselben unterscheiden: »das *cavum inferius*, *anterius*, *posterius* und *internum*, von denen das erstere der *cavitas vestibuli*, das zweite der *fovea major*, das dritte der *fovea minor*, und das vierte dem *concursus canalium semicircularium* bei den Schildkröten nach Scarpa entspricht, und ich erwähnte schon in der früheren Abhandlung, dass die Verhältnisse bei den Schildkröten und Batrachiern wesentlich dieselben seien.

Das *cavum inferius s. cavitas vestibuli*, welches zur Aufnahme der Schnecke, des *sacculus* und des *utriculus* dient, ist ein stumpf kegelförmiger Raum, dessen von oben, hinten und innen, nach unten, vorne und aussen gewandte Basis nach oben, dessen stumpfe, abgerundete Spitze nach unten, vorne und aussen gekehrt ist. Entsprechend den Aussenwänden des Labyrinthes können wir an ihm eine äussere, innere, vordere und hintere Begrenzung unterscheiden. Die äussere, hinten höhere, vorne niedrigere Wand steht schräg von oben innen, nach unten aussen und zeigt sich in der vorderen Hälfte, die vom *prooticum* gebildet wird, ausgebuchtet (Fig. 9 *e*), in der hinteren dagegen, die theilweise vom Knorpel, theilweise vom *opistoticum* gebildet wird, mehr plan. In dieser hinteren Hälfte erscheint unterhalb der Mitte das rundliche Vorhofsfenster (Fig. 12 *h*), welches nur im hinteren Umfange vom *opistoticum* begrenzt wird, und oberhalb desselben, als Grenze gegen die obere Wand des Raums, bemerkt man eine breite Leiste, die namentlich auf der hinteren Begrenzung weiterziehend der Furche entspricht, die zur Aufnahme eines Gefässes bestimmt an der Aussenseite der Hinterwand verläuft (Fig. 8 *d*). Sie begrenzt die Einmündung des *cavum posterius* in das *inferius* (Fig. 12 *e*). Die hintere von oben hinten, nach unten vorne geneigte Wand ist tief ausgehöhlt. Durch den oberen Rand der soeben erwähnten stumpfen Leiste von dem *cavum posterius* abgetrennt, zeigt sie unterhalb dieser, an der Vereinigung mit der inneren Wand die innere Mündung des lateralwärts gelegenen *aquaeductus cochleae* und des medianwärts liegenden Schneckenfensters (Fig. 10 *f*, 11 *a* u. 9 *f*). Erstere sieht nach vorn, letzteres nach aussen vorne. Unterhalb und etwas nach aussen von diesen, dem Boden der Spitze des Raumes mehr genähert, zeigt sich eine rundliche, sehr flache Vertiefung (Fig. 11 *g*) zur Aufnahme der *lagena* der Schnecke (Fig. 14 *c*). Die vordere Wand ist schräg von oben, aussen, vorne, nach unten, innen und hinten geneigt und stösst mit den übrigen an dem Boden des *cavum* (Fig. 11 *h*) in einer Knorpelfuge zusammen, die die Grenze zwischen *pro-* und *opistoticum* anzeigt. Sie ist flacher als die hintere, jedoch eben so wie diese namentlich dort, wo sie mit der äusseren Wand zusammen stösst, also nach vorne von dem *foramen vesti-*

bulare zur Aufnahme des *sacculus* (Fig. 13 *e*) schalenförmig ausgehöhlt. Ausser dieser rundlichen, vorzugsweise nach aussen gelagerten Grube bemerkt man an dieser Wand nichts Besonderes. Die Grenze derselben ist nur durch die vordere Grenze der Knorpelverbindung zwischen *pro-* und *opistoticum* markirt, sie gehen gleichmässig in flacher Krümmung in einander über, während der Uebergang in die äusseren Wandungen der dort befindlichen Grube sich deutlicher darstellt. Oberhalb der Vertiefung, an der Umbiegung in die Decke des *cavum* oben, vorne und aussen findet sich der Eingang in das *cavum anterius* (Fig. 12 *c, d*), allein während an der hinteren Fläche die Begrenzung gegen den Eingang in das *posterius* durch eine ziemlich starke Leiste repräsentirt wurde, ist dies hier nicht der Fall, sondern nur durch einen niedrigen *limbus* ausgezeichnet. Die innere Wand, die nach oben hin sich ohne Grenze in den unteren Umfang des am Uebergange zur Decke befindlichen Eingangs in das *cavum internum* (Fig. 10 *c*) verliert, nach vorne hin continuirlich in die Vorderwand übergeht, während die Hinterwand nach aussen hin stark umgebogen aus ihr hervorgeht, ist von oben, hinten und innen, nach unten, vorne und aussen gerichtet. Sie ist durch zwei Oeffnungen ausgezeichnet, die in gleicher Ebene mit dem Schneckenfenster und der *apertura aquaeductus cochleae* und somit auch in gleicher Höhe mit dem *foramen jugulare* gelagert sind, und zwar dort, wo die innere Wand zur Bildung des Bodens des *cavum inferius* mit den übrigen zusammentritt. Die vordere, für den Vorhofsast bestimmte Oeffnung (Fig. 10 *d* u. 11 *e*) liegt in der Knorpelschicht, führt in einen schräg nach innen, hinten gehenden Kanal und ist von der hinteren durch eine ziemlich stark vorspringende Leiste getrennt. Von letzterer (Fig. 10 *e*) verläuft nach unten und vorne eine seichte Furche zur Aufnahme des Stammes des *nervus cochlearis* (Fig. 11 *d*), die ich aber nicht an allen Schädeln gleich deutlich ausgeprägt gefunden habe. Die dritte oder die obere Wand des Raumes, die an den Uebergängen in die hintere, innere und vordere Wand die Oeffnungen der übrigen Räume zeigt, und deren Stellung ich schon beschrieben, ist leicht ausgetieft.

Das *cavum anterius*, dessen weite Mündung in dem Winkel sich befindet, wo obere, äussere und vordere Wand der *cavitas vestibuli* zusammentreffen, und die oval gestaltet, ohne scharf markirte Grenzen nach unten und hinten sieht, ist durch eine in der Mitte desselben auftretende, von vorn oben, nach hinten unten verlaufende Leiste in eine äussere (Fig. 12 *d*) und in eine innere (Fig. 12 *c*) Abtheilung getheilt, von denen erstere die horizontale, letztere die sagittale Ampulle aufnimmt, während die *crista* in der Einsenkung zwischen beiden lagert und der *recessus utriculi* mit der *macula acustica* unter dieser schon in dem *cavum inferius* zwischen dem Steinsacke und den zusammenliegenden Ampullen gelagert

erscheint. Die Abtheilung, welche für die horizontale Ampulle bestimmt ist, sieht mit ihrer weiten, runden Oeffnung gerade nach unten und ist nach oben hin gewölbt. Nach hinten und aussen zeigt sich in derselben eine zweite, feinere Oeffnung, der Eingang in den knöchernen, horizontalen Bogengang. Die zweite für die sagittale Ampulle bestimmte Abtheilung sieht mit ihrer Mündung nach hinten und etwas nach aussen, kehrt ihre Wölbung nach oben vorne und zeigt oben innen (Fig. 10 *b*) die feine Mündung des zugehörigen Bogengangs. Der sagittale Bogengang (Fig. 9 *i*) ist auch hier wie bei den übrigen Wirbelthieren am meisten aus seiner Ebene herausgedreht, was mit dem horizontalen (Fig. 9 *k*) am wenigsten der Fall und läuft von aussen vorne, nach innen hinten, während letzterer etwas nach oben hinten zieht. Die häutige, horizontale Ampulle wendet ihr Dach nach innen und hinten und etwas nach oben, ihren Boden nach vorne und aussen, und die *crista acustica* ist auch hier vorzugsweise an der oberen Seitenfläche gelagert, während das Dach der sagittalen nach oben hinten, der Boden nach unten vorne kehrt, und an letzterem wie bei allen verticalen die Gehörleiste endet.

Das hintere *cavum*, dessen nach unten und vorne sehende, runde Oeffnung (Fig. 10 *h* u. 12 *e*) etwas tiefer wie die des vorderen gelagert ist und sich mit einer Grenzleiste gegenüber der Einsenkung der hinteren Wand zur Aufnahme der Schnecke absetzt, nimmt den Winkel, der durch die Vereinigung der äusseren, hinteren und oberen Wand des *cavum inferius* gebildet wird, ein und dient nur zur Aufnahme der alleinstehenden Ampulle und des Endes des horizontalen Bogengangs. Der Raum ist nach hinten oben gewölbt und zeigt innen oben den Eingang in den nach innen vorne verlaufenden, frontalen Bogengang und vorne (Fig. 12 *f*) die Einmündung des horizontalen Bogengangs. Das Dach der häutigen Ampulle sieht nach oben vorne, der Boden nach unten hinten, und oberhalb des Dachs schlägt sich der horizontale Bogengang (Fig. 13 *c*) nach hinten und innen. Sämmtliche häutige Bogengänge liegen mit ihrer Concavität der knöchernen sie umschliessenden Röhre an, und was die Commissur derselben betrifft, so liegt diese an der inneren Schädelwand in dem *cavum internum*, welches mit weiter, unregelmässig vierseitiger (Fig. 10 *c*), nach aussen und etwas nach unten sehender Mündung an dem Uebergange der inneren in die obere Wand der *cavitas vestibuli* sich findet. Dieser Raum ist wie bei den Schildkröten, und das entspricht auch der Lage der häutigen Theile, viel mehr hinten als vorne gelagert, von dem Vorderraume durch eine breite, auf dem Querschnitte ovale, von dem hinteren durch eine auf dem Querschnitte runde Knochenmasse getrennt (Fig. 11 *b* u. *f*). Er ist also auch mit seinem Inhalte mehr der frontalen, als den zusammenstehenden Ampullen genähert. Es ist ein oben nach vorn und hinten trichterförmig sich ausziehender Raum, in den die ver-

ticalen Bogengänge münden, während das andere Ende sich oberhalb der Durchtrittsstelle des *nervus cochlearis*, oberhalb dessen auch die Einmündung des horizontalen Ganges vorhanden, findet. Der häutige, horizontale Bogengang geht ja auch hier wie bei den Fischen an der unteren Grenze der Commissur der verticalen rechtwinkelig von aussen her in das Lumen derselben hinein. Im Umfange des Lochs, mit dem das *cavum internum* in das *inferius* mündet, oder zuweilen an der Innenwand des inneren Raumes selber findet sich gerade wie bei den Schildkröten die innere Oeffnung des *aquaeductus vestibuli* (Fig. 10 *a* u. 11 *c*).

Ich glaube, es leuchtet aus dieser Schilderung ein, wie übereinstimmende Verhältnisse namentlich die oberen Räume und die darin gelagerten, häutigen Theile der Frösche mit denen der Schildkröten darbieten, wenn wir von der bei diesen Thieren so ausserordentlich entwickelten, bindegewebigen Hülle absehen. Werfen wir nun noch zum Schluss einen Blick auf die in der *cavitas vestibuli* gelagerten, häutigen Theile, für deren Gestaltung die Form des *sacculus* vor Allem von Wichtigkeit, so wird man auch hier trotz der Verschiedenheit die Uebereinstimmung im Wesen mit den bei den Cheloniern gefundenen Verhältnissen bemerken. Wie bei den Schildkröten liegen darin, wie schon erwähnt, der *utriculus*, in den die Bogengänge münden, mit seinem *recessus*, der die *macula acustica* trägt, ferner der Sack und die Schnecke. Lag bei jenen Thieren der *sacculus* unter dem *utriculus*, die *macula acustica* desselben wie bei den höheren Wirbelthieren nach unten hinten von der des *utriculus*, und ferner die Schnecke nach unten und hinten von dem Sacke, zwischen ihr und der alleinstehenden Ampulle, so sehen wir diese Lagerungsverhältnisse auch bei den Fröschen wiederkehren. Der *utriculus*, dessen *recessus* auch, wie bekannt, nach vorn und unten von den zusammenstehenden Ampullen und etwas nach aussen umgebogen gelagert ist, verläuft unterhalb der Einmündung des *cavum internum*, oberhalb der Durchtrittsstellen der Acusticusäste an der Innenwand des Labyrinths zwischen sich und der Aussenwand einen perilymphatischen Raum lassend horizontal nach hinten bis zur Einmündung des die frontale Ampulle aufnehmenden Raumes. Unterhalb desselben und mit seiner *macula acustica* nach unten und hinten von dem *recessus utriculi* (Fig. 13 *e*), ebenfalls an der inneren Wand gelagert, tritt der Sack auf, allein derselbe füllt nicht den ganzen übrig bleibenden Raum bis zur alleinstehenden Ampulle, sondern an seiner Hinterwand, unterhalb dieser, jedoch nicht über den tiefsten Punkt des Sacks herunterragend, lagert sich die Schnecke (Fig. 13 *d* u. 14 *c*). An der hinteren Begrenzung findet sich das *tegmentum vasculosum* und die *pars basilaris* (Fig. 13 *d*), letztere unterhalb der Ampulle, der Hinterwand angelagert, in der Höhe des Schneckenfensters, und zwar diesem wie bei den Schildkröten, die *membrana basilaris* zu-

kehrend, während nach unten davon bei der Wegnahme der Spitze der Labyrinthpyramide, nach hinten und innen am Sacke zum Vorschein kommend (Fig. 14 *c*) in der Vertiefung der Hinterwand die *lagena* liegt. Das Verhältniss gestaltet sich also gegenüber den Schildkröten folgendermaassen. Die bei diesen Thieren hinter dem Sacke, unterhalb der alleinstehenden Ampulle gelagerte Schnecke, die sich unter den *sacculus* in die untere Ausweitung des Vestibularraums erstreckt, ist bei den Fröschen weiter reducirt, lagert nun mehr an der Hinterwand des Sacks, und statt über die untere Grenze desselben hinauszuragen, überragt dieser im Gegentheil die Spitze der Schnecke und füllt die abgerundete Spitze der *cavitas vestibuli.* Diese Lagerungsverhältnisse der Theile haben dann die Folge, dass der Sack nach vorne unten vor der Schnecke gelagert durch diese von der Hinterwand abgedrängt wird, und dass wegen der ausserordentlichen Entwicklung dieses Vestibulartheils der Raum vorzugsweise nach vorne, aussen, unten erweitert ist, während bei den Schildkröten wegen der stärkeren Entwicklung der hinten gelagerten Schnecke nach unten, in Verbindung mit dem starken, dieselben umhüllenden Bindegewebe nach hinten, unten und innen gerichtet erschien. Principielle Differenzen sind also weder in dem Baue des häutigen Labyrinths, wie ich schon früher gezeigt, noch in der Beziehung der einzelnen Theile zu einander vorhanden. Bei allen Thieren treten dieselben Grundverhältnisse auf, und nur das Plus oder Minus der Entwickelung der einzelnen Abtheilungen bedingt die Veränderungen in der Gestalt. Die eine Form geht continuirlich in die andere über.

Bevor ich mich nun dazu wende auch die Uebereinstimmung der accessorischen Theile des knöchernen Labyrinthes der Frösche, namentlich mit denen der Schildkröten näher hervorzuheben, möchte ich bezüglich der Histologie des Gehörapparates dieser Thiere Einiges beifügen, was für den Zusammenhang mit den andern Wirbelthieren von einiger Wichtigkeit erscheint. Es betrifft zunächst die Nerven in den verschiedenen Abtheilungen des Labyrinths, und ich habe da namentlich aufs Neue auf den Steinsack Rücksicht genommen. Ich glaube, was von diesem gilt, wird auch auf die anderen Abtheilungen anwendbar sein, da ja die Verhältnisse, abgesehen von geringfügigen Modificationen, schon in meiner früheren Schilderung als gleich erschienen. Hier, wie bei den Schildkröten und Vögeln verlaufen nämlich nicht alle im Knorpel blass gewordenen Nervenfasern ungetheilt ins Epithel und an das untere Ende einer Stäbchenzelle, sondern ich habe Fasern getroffen, die sich oberhalb des Basalsaums im Epithel wie bei anderen Wirbelthieren in ihre Primitivfibrillen auflösten, wenn es mir auch nicht gelang, deren letztes Ende zu beobachten. Die Theilung ist auch hier keine reichliche, sondern es kommen nur wenige, 2—3 Fibrillen aus der blassen Faser heraus. Der

zweite Punkt betrifft die *cupula terminalis.* Nachdem ich bei den Fischen, den Schildkröten und den Vögeln eine solche mit aller Bestimmtheit nachgewiesen, ist es mir mehr wie wahrscheinlich, dass eine solche sich auch in den Ampullen der Batrachier findet, und für diese Ansicht ist mir eine Beobachtung von Werth, die ich in meiner Abhandlung »der Bogenapparat der Frösche«[1]) beschrieben. Ich sah oberhalb des haartragenden Epithels eine Masse gelagert, von der ich nach dem Vorgange von Kölliker annahm, sie sei dadurch entstanden, dass die Spitzen der Gehörhaare mit einander verschmelzen, allein schon damals tauchten mir wegen der verhältnissmässigen Dicke der Masse Bedenken auf, die um so stärker geworden sind, nachdem ich die *cupula terminalis* als constantes Gebilde verschiedener Wirbelthierklassen gesehen, und ich glaube, dass ich es hier mit einer durch Reagentien veränderten, körnig getrübten *cupula* zu thun gehabt habe, da ich nicht einsehe, wie die feinen Haarspitzen allein eine solche Masse zu Wege bringen können. Bis andere Forscher sich in der einen oder anderen Richtung in Folge positiver Beobachtungen entschieden, ziehe ich meine früher geäusserte Ansicht zurück und halte an der Existenz einer Lang'schen Kuppel, einer *membrana Corti* auch in den Ampullen der Batrachier fest.

Nach dieser Beschreibung des Labyrinths der Frösche will ich versuchen, von der Stellung und Zusammensetzung desselben, welches sich, wie wir sehen werden, so nahe an das der Fische anschliesst, und von den Verhältnissen, die der accessorische Theil, der Schallzuleitungsapparat, die Paukenhöhle darbietet, auszugehen und die bei den höheren Wirbelthieren vorkommenden Entwicklungsstufen dieser Theile abzuleiten, und ich möchte das um so lieber an dieser Stelle thun, weil ja die Paukenhöhle in der Wirbelthierreihe zum ersten Male bei den Amphibien erscheint und gleichsam das Urbild derselben abgiebt. Es fragt sich zunächst, welches ist das *movens* der Veränderungen, die sich bei allen Lagerungsbeziehungen des knöchernen Labyrinthes gegenüber den benachbarten Theilen des knöchernen Schädels finden, trotzdem die Grundverhältnisse immer dieselben? Was bewirkt die so complicirte Lage des knöchernen Gehörapparates der Säugethiere und des Menschen gegenüber der verhältnissmässig einfachen der Batrachier? Es sind die Grössenunterschiede, die Entwickelungsverhältnisse des Gehirns und somit des *cavum cranii,* welche, wenigstens theilweise demselben parallel laufen, aus denen sich die Configuration der die Schädelkapsel constituirenden Knochen vor allen Dingen, und somit auch die Lagerungsverhältnisse des knöchernen Labyrinthes ableiten lassen, und nicht blos diese, sondern auch die Modifikationen, die in der Gestaltung des *cavum tympani* sich finden.

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XVIII.

In der Massenzunahme des Gehirns, in der Entwicklung der dasselbe umschliessenden Knochen, in der damit Hand in Hand gehenden Reduktion des Apparates, den wir mit dem Namen des Kiefersuspensorium belegen, liegt das Geheimniss der Formenmannigfaltigkeit der Paukenhöhle, und letzteres Verhältniss habe ich ja schon theilweise in der früheren Abhandlung über das Gehörorgan der Schildkröten ausgeführt. Dass diese beiden Momente das Grundbedingende sind bei den Form- und Lagerungsverhältnissen des Gehörapparates, dafür spricht der Umstand, dass mit dem Wachsthume des Gehirns, als dessen Folge ich auch die Reduktion des Kieferapparates ansehen möchte, die des Labyrinths nicht gleichen Schritt hält. Dieses bleibt relativ stationär und ist der verhältnissmässig feste Punkt, gegen den alle benachbarten Theile ihre Lage verändern, spielt also eine mehr passive Rolle. Ich sage ausdrücklich im grossen Ganzen, allein, und das beweisen diese Abhandlungen genugsam, es finden sich auch wichtige Modificationen am Gehörapparate selber. Diese spielen aber auf einem verhältnissmässig kleinen Raume, der einen geringen Bruchtheil der Schädelkapsel im Ganzen darstellt, und somit können sie auch nie in dessen Bereich von wesentlicher Bedeutung sein, müssen dagegen gegenüber den anderen, mehr in die Augen springenden, zurücktreten.

Das bei allen Wirbelthieren wiederkehrende Grundverhältniss in der Lagerung des Gehäuses des Gehörapparates ist das, dass dasselbe sich an der Schädelhöhlenwand zwischen der Durchtrittsstelle des *vagus* und des Homologon des dritten Astes des Trigeminus lagert, von denen ersterer zwischen Labyrinth und seitlichem Hinterhauptsbein, letzterer vor demselben zwischen ihm und dem *alisphenoidale,* der, wie man es beim Menschen bezeichnet, *ala magna* durchtritt. Die Lageveränderung lässt sich dahin präcisiren, dass dasselbe bei den niederen Wirbelthieren an der Seitenfläche des Schädels gelagert, je weiter wir unsere Beobachtungen in der Thierreihe ausdehnen, desto mehr gegen die Schädelunterfläche, die Schädelbasis gedrängt wird, und das kommt dadurch zu Stande, dass das sich mehr und mehr entwickelnde Gehirn, die die Kapsel desselben constituirenden, oberhalb des Labyrinths gelagerten Knochen nach aussen treibt, sie gleichsam dachartig hinüberwölbt. Dies geschieht nicht bloss oben, sondern auch nach vorne und hinten von dem Gehäuse, und daraus erklärt sich denn die Erscheinung, dass, während bei den Batrachiern z. B. die innere Wand des knöchernen Labyrinths mehr oder weniger in der Ebene der Seitenwand des Schädels liegt, je weiter wir in der Thierreihe emporsteigen, desto mehr dieselbe in den Raum des *cavum cranii* hineinrückt, so dass ja bei den Menschen, wie bekannt, das Labyrinth nicht wie bei den anderen Wirbelthieren an der Aussen- oder zugleich an der Unterfläche des Schädels vorspringt, sondern in die Schädelhöhle

selbst prominirt. Natürlich werden diese Lageveränderungen des Labyrinths, bedingt durch die der benachbarten Knochen, auch allmählige veränderte Beziehungen der Weichtheile, Muskeln, Gefässe und Nerven zur Folge haben, ein Kapitel, welches ich hier kaum berühren kann, welches aber eine sehr grosse Fülle interessanten Stoffs zu Abhandlungen darbietet. Ich deute auf dieses Gebiet hin in der Hoffnung es später betreten zu können, ein Gebiet, welches meiner Ansicht nach viel zu wenig betreten und ausserordentlich viel mehr Handhaben für eine allgemeine Auffassung, sei es im Sinne Darwin's, dessen Anschauungen durch diese Abhandlungen gewiss keine Widerlegung erfahren und denen ich huldige, sei es in einem anderen, als bei einer einfachen, systematischen Beschreibung, bietet.

Das bei den Fischen ursprünglich aus drei Knochen, dem *pro-*, *epi-* und *opistoticum* bestehende, knöcherne Gehäuse zeigt sich bei den Fröschen, wie bei den übrigen Wirbelthieren mit Ausnahme der Eidechsen nur aus zweien, dem *pro-* und *opistoticum* zusammengesetzt, von denen das letztere integrirender Bestandtheil des *occipitale laterale* geworden ist. Es findet nur eine Andeutung einer Trennung, wie ich gezeigt, statt. Doch möchte es statthaft sein ein *epoticum* zu statuiren, welches freilich durch die starke Entwickelung der beiden anderen Knochen verdrängt, nur mehr als ein auch nicht immer constanter Knochenkern in der Knorpelmasse an der Oberfläche des Labyrinths, an der hinteren Leiste, dem Ausdrucke des frontalen Bogengangs erscheint. Es ist das Rudiment einer bei den Fischen und Eidechsen allgemeinen Bildung. Die Oberfläche des Labyrinths liegt nur von Muskeln bedeckt unter der Haut und schliesst sich nach innen hin an das Homologon des *os parietale*. Auch die hintere Fläche ist frei und stösst innen an das *occipitale laterale* und bildet mit demselben das Drosselloch. Dasselbe ist mit der vorderen Fläche der Fall, die mit der Membran, welche als Homologon des *alisphenoidale* zum Theil wenigstens anzusehen ist, den Durchtritt des Trigeminus begrenzt, während die Unterfläche dem Theile des Primordialkranium aufruht, der vor den *partes condyloideae* des seitlichen Hinterhauptbeins und der zwischen ihnen an der Schädelbasis gelagerten, schmalen Knorpelmasse, dem Homologon des *occipitale basilare*, oder besser einem Belegknochen desselben, dem *parasphenoidale* gelegen ist. Die äussere Fläche ist grösstentheils frei, nur an der Grenze gegen die Oberfläche erhebt sich, wie wir wissen, weit nach aussen ein Fortsatz des *prooticum*, der *processus squamosus*, der mit dem *os squamosum*, welches einen Theil des Kiefersuspensorium darstellt, in Verbindung tritt. Die innere Fläche prominirt nur wenig in der Schädelhöhle. Aehnliche Verhältnisse finden sich bei den Eidechsen, allein das *opistoticum* hat sich von dem *occipitale laterale* und zwar wesentlich an

der schon bei den Fröschen angedeuteten Stelle getrennt, und die Oberfläche liegt nicht vollkommen frei vor, sondern das *os squamosum* ist bogenförmig über dieselbe gegen die Mitte des Schädels hingespannt, und die innere Wand prominirt in der Schädelhöhle ein wenig stärker, namentlich unten hinten, und zwar deswegen, weil das Gehirn, in dem unteren Theile weiter gewachsen, das selbständige seitliche Hinterhauptsbein oberhalb der Kondylen etwas nach aussen über die hintere Fläche der Labyrinthknochen geschoben hat. Demnach bleibt der grösste Theil der hinteren Wand frei, an der Hinterseite des Schädels sichtbar. Auch die Vorderwand verhält sich im Wesentlichen gerade so wie bei den Batrachiern, nur dass der Schuppenfortsatz, der sich mit dem Kiefergerüst verbindet, mit seinem Ursprunge weniger weit nach unten ragt und demnach den Uebergang der Aussen- in die Vorderfläche frei lässt, und ferner, dass wir hier zuerst ein wirkliches, knöchernes *alisphenoidale* zur Bildung des *foramen trigemini* auftreten sehen. Der untere Theil ruht wohl auf der Basis des Schädels, allein nicht auf dem knorpeligen Primordialkranium oder einem Belegknochen desselben, dem *parasphenoidale*, sondern auf dem knöchernen und zwar auf der Grenze des *occipitale basilare*, des ersten Schädelwirbelkörpers und des zweiten, des *basiphenoidale*. Dem Belegknochen begegnen wir, von den Reptilien angefangen, nicht mehr.

Bei den Schildkröten, bei denen sich wie bei den Eidechsen das Labyrinth an der Seitenwand des Schädels befindet, und das *opistoticum* gegenüber dem seitlichen Hinterhauptsbeine vollständig selbständig ist, herrschen im Wesentlichen dieselben Verhältnisse. Der Schädelraum, der sich bei den Eidechsen wegen der Entwickelung des dort befindlichen Gehirns an der Basis erweitert zeigte, während der obere, von den accessorischen Theilen eingenommene Raum, der bei den Fröschen, wie bei den Fischen eine ziemliche Ausdehnung besitzt und wenigstens theilweise dem Lymphgefässsysteme angehörige Organe einschliesst, verengert wird, ist hier im oberen Theile weiter, und dieses Verhältniss rührt, wenn auch nicht ausschliesslich, so doch vorzugsweise davon her, dass das weiter entwickelte Gehirn nach oben drängt. Das hat dann zur Folge, dass der obere Theil der inneren Labyrinthfläche nach aussen getrieben wird, und daher erklärt sich die Stellung der Längsaxe des knöchernen Apparates von oben aussen, nach unten innen. Die innere Wand prominirt in Folge der Ausweitung des Schädelraums sowohl vorne wie hinten wie bei den Eidechsen, und sie geht abgerundet in die hintere und vordere über, so dass ein Theil der beiden in das *cavum cranii* einbezogen wird, allein der grösste Theil derselben liegt doch ausserhalb. Die vordere Fläche liegt nicht wie bei den Eidechsen frei am Schädel, sondern ist theilweise in die Knochenmasse des aus-

gewachsenen *prooticum* eingebettet, theilweise aber auch von vorn her von dem wie bei den Batrachiern stark nach unten ragenden Fortsatze zur Verbindung mit dem Kiefergerüste, dem vereinigten *os squamosum* und *quadratum* und von dem damit in Verbindung stehenden, so mächtig entwickelten *pterygoides* überwölbt. Dasselbe ist mit der hinteren Fläche der Fall. Kam diese bei den Eidechsen grösstentheils frei an der Hinterfläche des Schädels zum Vorschein, so zeigt sich dasselbe, wenn auch im geringen Grade bei *Chelonia*, dagegen bei *Emys* und *Testudo* finden wir die obere Platte des seitlichen Hinterhauptbeins, ohne dass damit die Ausweitung der hinteren Abtheilung des Schädelraums gleichen Schritt hält, von der hinteren Labyrinthfläche durch die den oberen Theil derselben einhüllende und nach hinten aussen wachsende Knochenmasse des *opistoticum* abgedrängt und sich an den freien Theil derselben nach aussen vorbeischieben, sie überwölben, so dass bei diesen Thieren am Schädel nichts von ihr zu Gesicht kommt. Aehnlich die äussere Fläche, die bei den Eidechsen nur oben, eingebettet in den nach aussen ragenden Fortsatz, den *processus squamosus*, überwölbt war und im Uebrigen frei am Schädel vorlag. Bei den Schildkröten sehen wir sie innerhalb eines fast ganz geschlossenen Gehäuses gelagert, welches durch die Verbindung der Knochen des Kiefergerüstes, dem *pterygoides, quadratum* und *squamosum* mit dem *sphenobasilare* einerseits, und andererseits dem Schuppenfortsatze des *prooticum* und einem ähnlichen des *opistoticum* zu Stande kommt und nur nach hinten hin offen ist. Die obere Fläche der Labyrinthknochen ist ebenfalls frei, aber bei *Chelonia*, wie bei den *Lacerten* von dem *squamosum* überwölbt, während diese Ueberdachung bei *Emys* und *Testudo* wegen der geringen Entwickelung der Schuppe und der seitlichen Flügel des *parietale* fehlt. Letzterer Knochen, der bei den Batrachiern fast in der gleichen Ebene mit der oberen Fläche des Labyrinths lag, hat sich wegen der Entwickelung des Schädelraums und des Gehirns nach oben schon bei den Eidechsen darüber hinaus erhoben, und das ist in noch höherem Maasse bei den Schildkröten der Fall, so dass bei diesen Thieren am Dache des Schädels auch wegen des Wachsthums nach aussen und der daraus resultirenden Lagerung des oberen Theils des Labyrinths das *cavum cranii* weiter erscheint, wie bei den Eidechsen. Das Verhältniss des unteren Theils des Labyrinths zum *basiphenoidale* und *basioccipitale* ist trotz der geringeren Entwickelung des ersteren ähnlich wie bei den Eidechsen, jedoch gehört es schon mehr dem *basiphenoidale* an. Es wäre wohl der Mühe werth, den letzten Grund der Relation zwischen dem breiten *sphenobasilare* der Lacerten und der weiteren Ausdehnung des *cavum cranii* an der Schädelbasis dieser Thiere und der Erweiterung dieser Höhle am Dach und der geringen Entwickelung desselben Knochens bei den Schildkröten, welche von der eigenthümlichen Ge-

staltung des Kiefersuspensorium, wie ich nachgewiesen, abhängt, nachzugehen.

Sinkt nun so bei den Schildkröten wegen des Vorspringens benachbarter Knochenmassen das Labyrinth von der Aussenfläche des Schädels in die Tiefe, und kann man nur an einzelnen Stellen aussen, hinten und oben die Flächen der das Labyrinth constituirenden Knochen frei vorliegen finden, so ist das bei den Vögeln nicht der Fall, bei denen, um, wenn man so will, eine bei den Säugern und den Menschen vorkommende neue Combination der Wechselbeziehungen der beiden Theile einzuleiten, *occipitale laterale* und *opistoticum* innig mit einander verschmelzen. Die Labyrinthknochen, die jetzt noch mehr Theile wie bei den niederen Wirbelthieren umschliessen, werden noch tiefer in die Schädelmasse eingebettet. Trotzdem die einzelnen Abtheilungen des Labyrinths sich gesondert und durch ihr Auswachsen die Grundgestalt desselben verändert haben, und trotzdem oben und vorne die Flächen mehr wie bei den anderen in Knochenmasse eingebettet sind und nicht frei vorliegen, können wir doch wieder von der vierseitig pyramidalen Gestalt des Labyrinths ausgehen, namentlich dann, wenn wir die die isolirbaren Bogengänge umgebende Knochensubstanz bis zum Niveau ihrer höchsten Erhebung mit zu demselben rechnen und somit eine künstliche, obere Labyrinthwand statuiren. Sehen wir diese bei den Schildkröten am Schädel noch ziemlich frei vorliegen, so ist das bei den Vögeln nicht mehr der Fall, sie muss aus den sie bedeckenden, die Seitenwand des Schädels bildenden Knochen herausgeschält werden, und diese Knochen sind die über das *pro-* und *opistoticum* weggelagerten *ossa parietalia* und die Kiefergerüstknochen. Bei den Schildkröten war das Verhalten so, dass sich an der inneren Grenze der oberen Fläche der Labyrinthknochen das *parietale*, an der äusseren durch Hülfe eines Vorsprunges, des *processus squamosus* im Wesentlichen das *quadratum* mit dem *squamosum* anheftete. Beide waren also durch die ganze Masse der breiten Basis der Labyrinthpyramide getrennt. Dieses Verhalten tritt namentlich deutlich bei der am tiefsten stehenden Form, bei *Chelonia*, zu Tage, allein wie wir schon bei der Schilderung des Gehörorgans sahen, dass *Emys* und *Testudo*, höher gestellt, mehr den Vögeln sich näherten, so ist das auch in diesem Punkte der Fall, und da nimmt denn auch hier wieder *Testudo* den höchsten Rang ein. Bei *Emys* am wenigsten, bei *Testudo* am meisten verschmälert sich der Raum zwischen der inneren Befestigung des *squamosoquadratum* und der äusseren des Scheitelbeins, und zwar einmal dadurch, dass der nach aussen ragende Vorsprung des *prooticum*, der *processus squamosus*, weniger entwickelt erscheint, dann aber auch deswegen, weil die beiden in Frage stehenden Knochen, namentlich *parietale* und *quadratum*, von denen ja schon bei den Batrachiern ersteres sich theilweise über die Ober-

fläche legte, sich mit ihren Rändern über die Oberfläche des *pro-* und namentlich des *opistoticum* hinüberschieben, so dass also bei *Testudo* im Gegensatze zu *Chelonia* nur ein kleiner Theil der oberen Labyrinthwand zu Tage tritt. Gleichzeitig sehen wir dann den Theil des *squamosum*, der sich zur Verbindung mit den Flügeln des Scheitelbeins und des *post-frontale* über dieselbe hinüberwölbt, allmählig sich zurückbilden, so dass bei *Testudo* das *squamosum* nur mehr einen niedrigen Knochenrand oberhalb des äusseren Endes des *quadratum* bildet. Denkt man sich nun das *os quadratum*, welches bei den Schildkröten in so colossaler Entwickelung vorhanden und das *os squamosum* von dem *prooticum*, mit dem es bei den niederen Wirbelthieren sich verband, getrennt, reducirt, so wird also dieses sich dem unteren und äusseren Rande des *parietale* nähern, und wenn das Quadratbein sich jetzt in seinen festen Verbindungen löst und sich frei an der Unterseite der Schuppe, wo es bei allen Wirbelthieren gelagert ist, findet, und wenn dann *parietale* und *squamosum* mit ihren oberen, resp. unteren Rändern sich vereinigen und sich weiter über das *prooticum* hinüberschieben, dann hat man ein Verhalten wie bei den Vögeln. In der That, wie es bei *Testudo* schon der Fall, das Scheitelbein hat sich über die Oberfläche der Labyrinthpyramide über das *pro-* und *opistoticum* hinübergeschoben. Das Quadratbein ist reducirt, frei geworden, liegt unter dem *squamosum*, und dieses dadurch nach innen gerückt hat sich mit seinem oberen und inneren Theile mit dem unteren des Scheitelbeins verbunden. An dieser Ueberlagerung von Seiten des Scheitel- und Schuppenknochens nimmt auch das *occipitale laterale* Theil, und zwar auf dieselbe Weise, indem es gleichzeitig mit dem *parietale* nach aussen das *opistoticum* überlagernd über dem reducirten Quadratbeine mit dem hinteren Theile des oberen Randes des *squamosum* verschmilzt. Woher nun diese Verhältnisse? Sie sind, wie ich glaube, einmal abhängig von der geringeren Entwickelung der Kiefermuskulatur, die die Annäherung des *os squamosum* an das Scheitelbein bedingt, dann aber und vor Allem von der Entwickelung des Grosshirns und somit des Schädelraums, deren Einwirkung sich in dem Seitwärtsrücken der Seitenwandknochen des Schädels und nicht bloss des *occipitale laterale* und *parietale*, sondern auch des *frontale* und *alisphenoidale* manifestirt. Sahen wir schon bei den Schildkröten den Schädelraum oben erweitert, so dass der obere Theil des Labyrinths aus der senkrechten Stellung, die sich bei den Batrachiern noch im Wesentlichen fand, getrieben wurde und nun im Wesentlichen von oben aussen, nach unten und innen gerichtet stand, so ist das bei den Vögeln auch der Fall, allein wir sehen sogar oberhalb des *pro-* und *opisto-ticum* eine beträchtliche Ausbiegung des Raumes, die die Lageveränderung des *parietale* nach aussen und die Vereinigung mit dem *squamosum* zur Folge hat. Erst dadurch ist eine solche nach aussen knöchern abge-

schlossene Vergrösserung des Raumes möglich, allein nicht blos dieses, sondern das Grosshirn und der Schädelraum sind auch nach oben gewachsen, das *os parietale* ist demnach weiter von der Schädelbasis entfernt, und um nun noch den Verschluss herzustellen, musste das unterhalb gelagerte *squamosum*, welches bei *Testudo* reducirt erschien, unter den veränderten Verhältnissen als Wandknochen des Schädels wieder auswachsen. Das Wachsthum des Grosshirns ist das Bedingende dieser Formveränderungen, und warum das gerade nach oben aussen vorzugsweise vor sich geht, ist aus der Entwicklungsgeschichte einleuchtend. Die Entwickelung eines Organs geht immer gegen den *locus minoris resistentiae,* und dieser ist am Schädel in den häutigen, das an der Schädelbasis befindliche, knorpelige Primordialkranium überwölbenden Theilen desselben gegeben. Diese Veränderungen in der Form zeigen sich nun nicht blos an der Stelle des *squamosum* und *parietale,* sondern wie letzteres wird sich auch das damit verbundene *frontale* von der Basis erheben und gleichzeitig wird dann, behufs Herstellung des Verschlusses, das vor dem *prooticum* gelagerte *alisphenoidale* auswachsen, und da das Vordrängen der Wandungen namentlich auch dort vor sich geht, wo *parietale* und *frontale* zusammenstossen, und dort vor Allem eine Ausbreitung nach aussen zu Stande kommt, so wird das bei den niederen Wirbelthieren senkrecht gestellte *alisphenoidale* mit dem hinteren Rande nach aussen gedreht, mehr der frontalen Ebene sich nähern und zugleich mit der äusseren Fläche etwas nach unten sehen, ein Verhalten, wie es sich leicht an jedem Vogelschädel nachweisen lässt.

Damit aber, mit diesem Wachsthume des Gehirns und namentlich des mittleren und hinteren nach oben und aussen, ist es nicht genug, sondern wir haben auch ein Wachsthum der grossen Hemisphären, und somit des zur Aufnahme desselben bestimmten Raumes nach hinten zu erwähnen. Das wird durch das Wachsthum des *frontoparietale* von vorn nach hinten bezeichnet, wodurch das in seiner Entwickelung beengte *occipitale laterale,* welches bei den Reptilien wie bei den Amphibien noch den grössten Theil der hinteren Fläche des Schädels oder sogar ausschliesslich bildete und somit auch das bei diesen Thieren nach hinten sehende *foramen magnum* nach unten hin gedrängt. Es vollführt, wenn man so will, eine Drehung von vorne oben, nach hinten unten um die Queraxe seines an der Basis gelegenen Theils. Nun wissen wir aber, dass das *opistoticum* oben mit dem seitlichen Hinterhauptsbeine eine Masse bildet, dasselbe muss daher an der Drehung Theil nehmen, und mit demselben die nach oben gelagerten Labyrinththeile, der Bogenapparat, und somit sehen wir denn, wie das bei den Schildkröten von oben aussen, nach unten innen gerichtete Labyrinth durch diese eben geschilderten Umstände eine Stellung von hinten oben, nach vorne unten bekommt. Allein

noch eine Folgerung lässt sich aus dem vorhin Geschilderten ziehen. Sehen wir bei den Schildkröten die Labyrinthknochen fast noch den ganzen hinteren Theil der Seitenfläche der Schädelkapsel einnehmen, so ist das bei den Vögeln nicht mehr der Fall. Durch das Wachsthum der oberhalb der oberen Fläche des *pro-* und *opistoticum* gelagerten Knochen, des *parietale* und *squamosum* nach oben und aussen rückt das Labyrinth relativ weiter gegen die Schädelbasis, nimmt nur einen Theil der unteren hinteren Parthie der seitlichen Schädelwand ein. Dies das Verhältniss der Oberfläche.

Betrachten wir jetzt die hintere Wand, so sehen wir, wenn auch nicht den Schädelraum wesentlich nach aussen gebuchtet, doch ein weiteres Fortschreiten der Entwickelung des *occipitale laterale* und gleichzeitig des mit ihm verschmolzenen *opistoticum* nach aussen. Diese Entwickelung lateralwärts überwiegt weit die des an der vorderen Fläche befindlichen Knochens, des *prooticum*, und daraus leitet sich der Umstand ab, dass die hintere Parthie der äusseren Fläche des Labyrinths dort, wo sie in die hintere übergeht, nach aussen gewachsen der äusseren Fläche eine Richtung von hinten aussen, nach vorne innen giebt, so dass also das ganze Labyrinth der Vögel eine Drehung um die Längsaxe in dem entsprechenden Sinne erfährt, während wir bei den Schildkröten die äussere Wand nach aussen, um nicht zu sagen nach aussen und hinten, gerichtet fanden. Die nach aussen von dem hinteren Theile der äusseren Labyrinthfläche vorgewachsene, vorzugsweise dem *opistoticum* angehörende Parthie des sogenannten *occipitale laterale* der Vögel bildet bei einigen einen stumpfen Höcker, die zum ersten Male auftretende *pars mastoidea.* Was den unteren Theil, die Spitze der Labyrinthpyramide betrifft, so ruht dieselbe hier ausschliesslich (ein weiterer Fortschritt gegenüber z. B. den Schildkröten) auf dem *sphenobasilare*, aber abgesehen von der Richtung, die dieselbe nach dem Vorhergehenden haben muss, ist dieselbe auch länger geworden, und zwar dadurch, dass das die Basis des Schädelraumes bildende *sphenobasilare* mit seiner äusseren Lamelle nach unten gerichtet in weitem Abstande von der die Schädelhöhle begrenzenden, inneren erscheint. Dadurch ist natürlich der Spielraum für die Entwickelung der Spitze und des in ihm gelagerten Theils der Schnecke ein grösserer. Mit dem *occipitale laterale* und *opistoticum* erstreckt sich auch das *sphenobasilare* über die Spitze, und somit auch über die äussere Labyrinthfläche nach aussen, biegt sich zudem gegenüber der vorderen Fläche, die somit in der Tiefe zu liegen kommt, gegen den oberen Rand derselben, die vom *prooticum* gebildet wird und gegen das *alisphenoidale* um, verschmilzt mit diesem und bildet somit den Körper des Keilbeins und die *alae magnae.* Durch das Auswachsen aller dieser Knochen über die betreffenden Flächen und das

Verwachsen der Ränder muss nun ein Vorbau an der äusseren Fläche, die in die Tiefe sinkt, entstehen, ein *meatus auditorius*.

Gehen wir nun nach dieser Schilderung der Verhältnisse bei den Vögeln zu den Säugethieren und vor Allem zu den Menschen über, so finden wir zunächst bei letzteren wieder, wenn auch auf andere Weise, wie bei den Reptilien *occipitale laterale* oder *partes laterales ossis occipitis* und das *opistoticum* oder die *pars mastoidea ossis petrosi*, getrennt und sich selbständig entwickeln, während das *prooticum* durch die *pyramis ossis petrosi*, das *os squamosum* durch die *squama* des Felsenbeins, das *sphenobasilare* durch die *pars basilaris* des Keilbeins, das *alisphenoidale* durch die *ala magna* repräsentirt erscheint, und das *parietale* sein Homologon im Scheitelbeine der Vögel findet. Bei den Menschen und den Säugethieren überhaupt besteht eine Hauptmodifikation darin, dass die Spitze der Labyrinthpyramide und somit der untere Theil des *pro-* und *opistoticum* nicht mehr wie bei den Vögeln dem *sphenobasilare* aufruht, sondern von unten bedeckt von einem neu auftretenden Knochen, dem *annulus tympanicus* zwischen dem *alisphenoidale* und dem seitlichen Hinterhauptsbeine zu Tage liegt, und dass zu gleicher Zeit der obere Theil derselben Knochen und somit des Labyrinthes vollständig in dem Raume des Schädels gelagert, die Grenze zwischen Gross- und Kleinhirnhemisphären bildet, dass ferner die Theile in toto noch mehr an der Schädelbasis gelagert sind, wie das bei den Vögeln der Fall. Beginnen wir zunächst wieder mit der oberen, die Oberfläche der Bogengänge umgebenden Knochenmasse. Woher die Lageveränderungen, das tiefe Eingebettetsein in der Schädelhöhle, woher ferner die vollkommene Lagerung an der Schädelbasis? Es hängt davon ab, dass sich der Schädelraum in der bei den Vögeln schon angedeuteten Richtung nach oben, aussen und hinten weiter entwickelt hat, dass dem entsprechend auch die die Wand bildenden Knochen ein entsprechendes Wachsthum zeigen. Das Höhenwachsthum markirt sich durch die Höhenzunahme des *os parietale* und des *squamosum*, und da damit die Entwickelung der darunter gelegenen Labyrinthknochen von oben nach unten nicht gleichen Schritt gehalten, so nehmen dieselben einen verhältnissmässig viel kleineren Raum an dem unteren, hinteren Theile des Schädels ein. Allein oberhalb derselben buchtet sich auch das Scheitelbein und vor Allem das *squamosum* nach aussen aus, und wenn das gegenüber den Vögeln an der äusseren Fläche des letzteren Knochens nicht deutlich wird, so ist es dagegen in ausserordentlich hohem Maasse an der inneren der Fall. Bei den Vögeln sind innere und äussere Lamelle des *os squamosum* gerade oberhalb der von der Schuppe bedeckten Oberfläche der Labyrinthknochen durch eine stark entwickelte, spongiöse Masse getrennt, so dass sich das Gehirn nur verhältnissmässig wenig über *pro-* und *opistoticum* wölben kann. Diese Masse

verschwindet aber bei den Säugern und dem Menschen. Die beiden Lamellen nähern sich, die innere buchtet sich stärker aus, das Gehirn drängt dieselbe über die Oberfläche der Labyrinthknochen nach aussen, und so wird die Oberfläche in den Schädelraum einbezogen, was bei den Vögeln nur angedeutet war. Allein, wenn es auch vorzugsweise die innere Platte des *squamosum* ist, die sich ausbuchtet, so nimmt doch auch die Aussenfläche daran Theil und springt frei über die äussere Wand vor, und dadurch sinkt diese einmal in die Tiefe, kommt aber zweitens mehr an der Schädelbasis als an der Seitenfläche zu liegen. Dasselbe ist aber auch mit einem Theile der hinteren und vorderen Fläche der Fall. Das Gehirn entwickelt sich an beiden Stellen weiter nach aussen und unten, wie bei den Vögeln, und dadurch wird sowohl das *opistoticum*, wie das an das *prooticum* stossende *alisphenoidale*, welches bei den Vögeln mehr in der Frontalebene stand, nach aussen in die ursprüngliche Sagittalebene getrieben, allein unter wesentlich anderen Verhältnissen, die von der Entwickelung des Vordergehirns abhängen. Durch die Entwickelung des mittleren Grosshirntheils war das *alisphenoidale* aus der ursprünglichen Sagittalebene um die verticale Axe so gedreht, dass der hintere Rand weit nach aussen zu liegen kam, während die vordere stehen blieb. Ohne dass die Lagebeziehungen des *alisphenoidale* nach vorn von dem *prooticum* sich wesentlich änderten, kam der Knochen, wenn auch nicht völlig, doch annäherungsweise frontal zu stehen. Durch die Entfaltung nun der vorderen Gehirntheile und der sie bedeckenden Knochen, des vorderen Theils des *frontale* etc. nach aussen bildet bei den höchsten Thieren der hintere Rand des *alisphenoidale* die Axe, um die sich der vordere Rand nach aussen und zu gleicher Zeit durch die Entwickelung von mittleren Hirntheilen, die anliegen, nach unten dreht. Die erstere Drehung des vorderen Randes nach aussen ist passiv, wenn man so will, bedingt durch die Entfaltung der einen Theil des Gesichts constituirenden Knochen, und zwar der oberen, die letztere ist unmittelbar durch das aufgelagerte Gehirn hervorgerufen Nur ein Theil der hinteren und vorderen Fläche der Labyrinthknochen kommt ausserhalb der Schädelhöhle zu liegen. Was nun die äussere Wand des Gehäuses betrifft, so haben wir schon gesehen, wie diese, die die gleiche Stellung wie bei den Vögeln aus denselben Gründen hat, durch das Ueberwachsen des *squamosum* in der Tiefe zu liegen kam, allein dasselbe ist auch mit allen übrigen Begrenzungen vorne, hinten und unten der Fall, und zwar glaube ich deswegen, weil die obere Begrenzung mit der hinteren Wand des Gehäuses, dem *opistoticum* verwächst, also Schuppe mit Warzentheil, und beide denselben Wachsthumsgesetzen folgen, während dann vorne und unten das beim Menschen sogenannte *os tympanicum*, im Gegensatze zu dem *sphenobasilare*, welches bei den Vögeln diese Rolle übernahm, lateralwärts weiter wächst. Wie

tritt nun dieser selbständige Knochen auf, und wo haben wir das Homologon zu suchen? Diese Fragen finden wieder in den Wachsthumsverhältnissen des Gehirns und des Schädelraums ihre Beantwortung, und zwar in denen des Grosshirns im sagittalen Durchmesser. Schon bei den Vögeln sahen wir als Consequenz, dass das Hinterhauptsbein mit seinen Theilen und somit auch das *foramen magnum* nach unten gegen die Schädelbasis gedrängt wurde. Dasselbe ist auch, aber in einem noch höheren Grade, beim Menschen der Fall, und zwar so, dass, während bei den Fröschen, den Eidechsen und den Schildkröten das *os occipitale basilare* nach hinten und innen von den Labyrinthknochen gelagert war, dasselbe bei den Vögeln dagegen gerade nach innen liegt, während es beim Menschen als *pars basilaris ossis occipitis* nach vorn und innen von denselben zu liegen kommt, wenigstens nach innen und vorne von dem wichtigsten uns interessirenden Theile, der Spitze der Labyrinthpyramide, der Schnecke. Dagegen erscheint das früher nach hinten gelegene und innen vom *opistoticum* gelagerte *occipitale laterale* bei den Menschen als *pars lateralis ossis occipitis* nach unten und innen vom *opistoticum s. mastoideum*. Dadurch wird, weil das Labyrinth im Wesentlichen seine Lage nicht ändert, das vor dem *occipitale basilare* gelagerte *sphenobasilare s. pars basilaris ossis sphenoidalis* aus dem Bereiche desselben weit nach vorne gedrängt, zugleich in seiner Entwickelung von den durch das Gehirn nach aussen unten gedrängten *alae magnae* gehemmt, nicht im Stande sein, wie bei den anderen Wirbelthieren dem unteren Theile des Labyrinths zur Stütze zu dienen, um so weniger, weil vom Knochen umhüllte, wichtige Gefässe (*carotis interna*) sich zwischen beide lagert, und das Labyrinth müsste somit frei an der Unterfläche des Schädels vorliegen. Dies ist aber nicht der Fall, sondern es wird das durch die *pars tympanica* verhindert, und diese möchte ich, in dem Glauben, dass nicht plötzlich unvermittelt neue Elemente in dem Organismus sich herausbilden, als das Homologon desjenigen Theils des *sphenobasilare* der Vögel und Eidechsen ansehen, welches seitlich nach vorn und aussen von dem *occipitale laterale*, seitlich der mittleren Parthie unter der äusseren Labyrinthfläche vorgewachsen ist, aber von demselben getrennt bei den Menschen und Säugern als selbständiger, mehr oder minder ausgedehnter Knochen auftritt, während der Knochentheil, zu dem er ursprünglich gehörte, durch das Wachsthum des Gehirns und des Schädels nach vorne gedrängt ist. So sehen wir also bei dem Menschen und den Säugern mit Bezug auf die Unterfläche des Labyrinths eine neue Kombination auftreten, die bei den Vögeln kaum angedeutet war, und damit glaube ich auch zugleich ein Licht auf das eigenthümliche Verhalten der Schnecke dieser Thiere werfen zu können, welche trotz ihrer Länge durch ihre starken, spiraligen Windungen auf einen kleinen Raum zusammengedrängt

ein so eigenthümliches und überraschendes Bild darbietet, wenn wir es mit dem vergleichen, was wir bei den übrigen Wirbelthieren sehen. Bis zu den Vögeln empor konnte sich die Spitze des Labyrinthes, die gerade gestreckte Schnecke auf das die Schädelbasis bildende *basioccipitale* oder *sphenobasilare* stützen, und durch die Biegung der äusseren Platte des letzteren nach unten wurde, im Zusammenhalte damit, dass durch die Erweiterung des Schädelraums im transversalen Durchmesser immerhin die Gehörapparate auch etwas aus einander getrieben wurden, selbst für ein beträchtlich langes Schneckenrohr Platz, ohne dass sich damit die Lage der übrigen Labyrinththeile bei den Vögeln gegenüber denen der übrigen, niederen Wirbelthiere wesentlich zu ändern brauchte. In dem Augenblicke aber, wo dieser Knochen aus dem Bereiche des Labyrinthes nach vorne gezogen wurde, hätte, wenn die Lagerungsverhältnisse der übrigen Theile des Gehörapparates dieselben bleiben sollten, die hier an der Schädelbasis aber nur durch eine dünne Lamelle von der freien Oberfläche getrennte, gerade gestreckte Schnecke diesen Theil weit nach unten vor sich hertreiben müssen, allein das ist nicht möglich, weil die aus Weichtheilen bestehende, sich entwickelnde Schnecke alsbald auf einen *locus majoris resistentiae*, auf dieses an der Schädelbasis befindliche, viel resistentere Gewebe träfe, deswegen muss sie alsbald ihre Richtung ändern, um Platz für ihre mächtige Entwickelung zu finden, und sich auf den kleineren von Weichtheilen erfüllten Raum, in den sie sich hineinentwickelt hat, spiralig winden. Dieses sich selbständig vom Labyrinthe entwickelnde *os tympanicum* bildet meiner Ansicht nach ein Hinderniss für das weitere Auswachsen der Schnecke nach unten, während das gleichzeitig mit dem Labyrinthe bei den Vögeln sich entwickelnde und verändernde, zusammenhängende *sphenobasilare* durch seine Entwickelung nach unten für den Theil des Labyrinths, von dem die Schnecke ausgeht, Platz schafft, ein Verhältniss, welches bei den Schildkröten und den Eidechsen im geringeren Grade besteht und in noch geringerem bei den Batrachiern, bei denen die Bildungsprocesse der umhüllenden Theile früher ablaufen, als die der häutigen Gehörelemente und dadurch ein Hinderniss für die Weiterentwickelung derselben setzen.

So weit das Verhältniss des Labyrinthes, von dem ich nur noch erwähnen möchte, dass die von aussen nach innen sich windende Schnecke den Anfang gegen den *locus minoris resistentiae*, von wo aus das Gehörorgan sich entwickelt, gegen die Aussenseite hin treiben muss. Daher das *promontorium*, welches sein Homologon im *recessus scalae tympani* der Vögel findet, bei denen die gerade gestreckte Schnecke, die sich leicht nach unten entwickeln kann, nicht an der äusseren Labyrinthwand vorzuragen braucht. Im Uebrigen gehen ja die Differenzen, die sich in den einzel-

nen Klassen am Labyrinthe selber finden, deutlich aus dem früher Geschilderten hervor.

Ich wende mich jetzt zu dem zweiten Theile meiner Aufgabe, zur Schilderung der Modifikationen, die die bei den Batrachiern zuerst auftretende Paukenhöhle in der Thierreihe bis zu dem Menschen empor erfährt, eine Aufgabe, die ich theilweise schon in der Abhandlung über das Gehörorgan der Schildkröten gelöst, allein während ich dort und in der Schilderung der Paukenhöhle der Vögel von den bei den Menschen gegebenen und gut gekannten Verhältnissen anfing, bin ich damit einen, wenn auch durch die Umstände und unsere Kenntnisse gebotenen, verzeihlichen Weg gegangen, der sich nicht als der naturgemässe darstellt. Man mag ihn betreten, wenn man stets das wichtige Princip der Fortbildung der Theile in der Thierreihe von den niedersten bis zu den höchsten, die Kontinuität im Auge hat, allein um vollständige Klarheit in die Verhältnisse zu bringen, muss man von dem Zustande eines Theiles ausgehen, in dem er zum ersten Male unter den Thieren auftritt. So ist die Paukenhöhle der Batrachier für uns von Wichtigkeit, und in diesem Sinne wollen wir denn namentlich die Beziehungen zu der der nächstfolgenden Form, die in den Reptilien ihre Repräsentanten hat, verfolgen.

In ihrer einfachsten Form ist das *cavum tympani* ein wesentlich an den Bereich des Kieferstützapparates, des *quadratum*, *squamosum* und *pterygoides* sich haltender, von Weichtheilen umschlossener Raum, der sich nach unten mit sehr erweiterter Mündung in den am vorderen Theile der Unterfläche des Flügelbeins nach aussen ausgedehnten Rachen öffnet. Nach aussen findet er seine Grenze in dem Trommelfelle, nach innen sein Ende am Aussenrande des *processus squamosus* des *prooticum* und des mit ihm vereinigten inneren Randes des *squamosum* und der Anheftungsstelle des Flügelbeins am *prooticum.* Weder die äussere, noch die hintere Fläche des frei am Schädel vorliegenden Labyrinthes hat irgend etwas mit demselben zu thun, und auch der grösste Theil der *columella* fällt ausserhalb seines Bereichs. Sie zeigen sich theilweise von Muskeln und theilweise, und das gilt für die Hinterwand, vor allem von Gefässen und Nerven (*vagus*) bedeckt. Wesentlich anders stellen sich die Verhältnisse bei den Eidechsen. Zeigten sich bei den Fröschen die Knochen des Kiefersuspensorium nicht wesentlich von einander getrennt, sondern nur Andeutungen der Trennung, und bildete namentlich das *squamosum* mit dem *quadratum* eine Masse, so dass das Trommelfell, die äussere Begrenzung der Paukenhöhle, nach aussen von dem *quadratum* lag und an dem unteren Theile des *squamosum* seine Anheftung fand, so sehen wir dagegen bei den *Lacerten* die beiden Knochen getrennt und dabei namentlich das *quadratum* auf bemerkenswerthe Weise entwickelt. Bei den Batrachiern zeigte sich nur das *os squamosum* mit dem Schuppenfortsatze

des *prooticum* in Verbindung, einem Fortsatze, den ich dem *tegmen tympani* der höheren Thiere für homolog erachte, so sehen wir bei den Eidechsen sowohl das Quadratbein, als die Schuppe mit demselben articuliren. Das unter dem *squamosum*, etwas nach innen von demselben gelagerte *quadratum* hat sich nach innen hin dem *prooticum* entgegen entwickelt und erscheint auf seiner Innenfläche der äusseren Labyrinthwand beträchtlich genähert, allein es ist auch zugleich nach aussen gegen die Hautbedeckung gewachsen, und dadurch werden die Beziehungen des Trommelfells alterirt. Heftet sich dieses bei den Fröschen an das *squamosum*, so wird es jetzt von dem über dasselbe nach aussen vorragenden Quadratbein aufgenommen und haftet an der Aussenfläche desselben in weiterer Ausdehnung, da das *quadratum* zugleich halbmondförmig nach unten und hinten gebogen ist. Nur in der hinteren Hälfte ist das Trommelfell frei. Wir wissen nun aber ferner, dass bei den Batrachiern die Paukenhöhle nach hinten von der hakenförmigen Biegung des Quadratbeins weg zog und nach innen von demselben an der Grenze des Kiefergerüstes endete. Dasselbe ist auch bei den Eidechsen der Fall, auch bei ihnen halten sich die Wände des *cavum tympani*, einmal an das *quadratum* und mit ihrer Oeffnung in die Rachenhöhle, der Tube an die Innen- und Hinterseite des *pterygoides*, allein waren diese beiden bei den Fröschen weiter von der äusseren Labyrinthfläche entfernt, so sind sie dagegen durch das Wachsthum des *quadratum* nach innen und durch die Verbindung desselben mit dem Schuppenfortsatze des *prooticum*, ferner durch die Annäherung des Flügelbeins an die Mittellinie des Schädels derselben mehr genähert, und zwar in dem Grade, dass namentlich unten die mediane Begrenzung des *cavum tympani* an den unteren Theil der äusseren Labyrinthfläche stösst. Somit sehen wir denn, wie die mit dem Kiefergerüste medianwärts entwickelte Paukenhöhle, statt sich wie bei den Fröschen in der Nähe der äusseren Fläche, theilweise dem vorderen Rande derselben anliegend trichterförmig zuzuspitzen, sich erweitert und mit den Rändern der äusseren Labyrinthfläche verbindet. Die Erweiterung ist davon abhängig, dass das *quadratum*, welches bei den Fröschen hakenförmig umbog und dadurch den Trichter der Paukenhöhle verengte, eine flache Krümmung beschreibt, seine Höhlung ausdehnt. Der Theil der Paukenhöhle, welcher bei den Eidechsen im Bereiche des *os quadratum* sich findet und von demselben theilweise umlagert ist, ist das eigentliche *cavum tympani*, der Theil dagegen, der zwischen der Innenwand desselben und der äusseren Labyrinthwand liegt, ist der *recessus*. Ersteres ist hinten durch Weichtheile gebildet, nur vorne knöchern, letzteres ist, da das *os quadratum* durch den Schuppenfortsatz nach aussen von dem *prooticum* verdrängt ist und frei demselben gegenübersteht, nur oben und innen an der Labyrinthwand knöchern begrenzt, im Uebrigen von Weichtheilen

umgeben. Findet nun so bei den Eidechsen die den Schallzuleitungsapparat, die *columella*, ganz umschliessende Paukenhöhle ihre Grenze nach aussen in dem Trommelfell, nach innen an der Wand des Vorhoffensters, und steht das eigentliche *cavum tympani* nach unten und innen vom *quadratum*, nach hinten von dem Flügelknochen durch die Tube mit dem Rachen in Verbindung, so habe ich doch noch einer zweiten von ihr getrennten Räumlichkeit zu gedenken, die, bei den Eidechsen vorhanden, den Batrachiern vollkommen fehlt. Es ist ein Raum, der dadurch zu Stande kommt, dass das seitliche Hinterhauptsbein vom hinteren Umfange des Drossellochs nach aussen sich entwickelt und sich frei über die vom *opistoticum* gebildete, hintere Labyrinthfläche hinüberwölbt und diese bei den Batrachiern frei hinten am Schädel vorliegende Wand abschliesst, ein Raum, der sich vom *foramen jugulare* nach aussen bis in die Ebene des Uebergangsrandes der hinteren in die äussere Labyrinthfläche erstreckt und vor allem durch ein Homologon der *vena jugularis interna* ausgefüllt erscheint. An der hinteren, inneren Begrenzung der Weichtheile der Paukenhöhle oder vielmehr des *recessus* derselben kommt diese dann am Schädel zum Vorschein, nachdem sie wie bei den Fröschen am *foramen cochleare s. rotundum* und der *apertura aquaeductus cochleae* vorbeigezogen ist. Dieser Raum mag wegen seiner Kommunication mit der Labyrinthhöhle, die durch das *foramen rotundum* in die Scheide der Gefässe und Nerven hinein zu Stande kommt, den Namen des *recessus scalae tympani* führen. Nach dieser Schilderung der Verhältnisse bei den Eidechsen ist es leicht, die der Schildkröten, wie ich sie seiner Zeit gefunden, zu schildern.

Beginnen wir mit der Paukenhöhle, so sehen wir auch bei diesen Thieren das Trommelfell an der Aussenseite des Kiefergerüstes gelagert, jedoch insofern einen Anklang an die Verhältnisse bei den Batrachiern darbieten, als wenigstens bei *Chelonia* ein Theil des *squamosum* demselben zur Anheftung dient, während es bei *Testudo* und *Emys* ausschliesslich von dem Quadratbein getragen wird. Allein während bei den Eidechsen die ganze Hinterwand der eigentlichen Paukenhöhle aus Weichtheilen bestand, so ist bei den *Cheloniern* nur ein kleiner Theil derselben aus Weichtheilen zusammengesetzt, bei *Testudo* und *Emys* dagegen wegen des eigenthümlichen Verhaltens des Quadratbeins fast vollkommen knöchern verschlossen und ein enger Kanal. Das Verhältniss der Tube ist gerade so wie bei den Lacertinen. Der *recessus* zeigt trotz der sonstigen Uebereinstimmung in Grösse und Weite und in seiner Beziehung zur äusseren Labyrinthfläche Veränderungen in dem Sinne, dass nur hinten die Wand desselben durch Weichtheile gebildet wird, während oben, vorne und unten dieselbe knöchern erscheint und durch das mit dem *sphenobasilare* verschmolzene *pterygoides* und durch den mit dem Flügel- und Quadrat-

beine oben und vorne verschmolzenen und mächtig in der Breite entwickelten Schuppenfortsatz des *prooticum* gebildet wird. Was den *recessus scalae tympani* betrifft, der auch bei diesen Thieren von innen nach aussen sich erstreckend an der hinteren Labyrinthwand am Schneckenfenster und der *apertura aquaeductus cochleae* liegt und durch den *vagus, glossopharyngeus,* das Homologon einer *vena jugularis interna* und wahrscheinlich einer durch das *foramen cochleare* verlaufenden, geschlossenen Lymphbahn ausgefüllt wird, so zeigt sich dieser zwischen *opistoticum* und *occipitale laterale* befindliche Raum wie bei den Eidechsen von dem *recessus cavi tympani* getrennt, allein während bei *Chelonia vagus* und *glossopharyngeus* zwischen dem inneren Umfange der Weichtheile der Paukenhöhleneinziehung und dem äusseren Rande des noch wenig nach aussen ragenden *occipitale laterale* nach aussen treten, so ist dagegen bei *Emys* und *Testudo* das seitlich bis an die Grenze des *recessus cavi tympani* weiter vorgewachsene, seitliche Hinterhauptsbein isolirt von den Nerven durchbohrt.

Bei den Vögeln sehen wir die Verhältnisse dadurch geändert, dass der Kieferstützapparat und vor Allem das *os quadratum,* an dessen Aussenfläche das Trommelfell gelagert ist, reducirt erscheint und von Seiten des *os squamosum* überwölbt, einmal in die Tiefe sinkt, zugleich aber auch mit seiner Aussenseite sich der äusseren Labyrinthfläche nähert, um so mehr, weil der *processus squamosus* des *prooticum,* welcher theilweise mit ihm articulirt, weniger entwickelt ist. Dadurch muss natürlich das Trommelfell und mit demselben die Tube von der äusseren Körperbedeckung in die Tiefe sinken und der äusseren Labyrinthwand mehr genähert werden, es muss aber auch eine andere Anheftung bekommen, da das Quadratbein nicht mehr zu einem fast vollkommen geschlossenen Ringe ausgebildet erscheint. Diese Anheftung wird hergegeben von dem weiter nach aussen über die äussere Labyrinthfläche vorspringenden, vereinigten *opistoticum* und *occipitale laterale,* sammt unten dem *sphenobasilare,* die somit auch statt der Weichtheile hinten und des Flügelbeins unten die Begrenzung der Paukenhöhle abgeben. Die Tube, mit dem Quadratbeine ebenfalls in die Tiefe gesunken, wird nicht mehr durch dieses oder das *os pterygoides* gegen die Rachenhöhle hingeleitet, weil letzteres, wieder aus der Verbindung mit dem *sphenobasilare* gelöst, durch eine eigenthümliche Massenentwickelung des *os quadratum* im unteren Theile nach vorne innen weit aus dem Bereiche des Trommelfells geschoben wird. Sie wird von dem Knochen, der dem zur Aufnahme des Trommelfells dienenden Theile des Quadratbeins unten und vorne am meisten genähert ist, dem umgebogenen *sphenobasilare* aufgenommen. Wie verhält sich nun aber der Raum, den wir als *recessus cavi tympani* bei den Reptilien zwischen der Innenwand des *quadratum* und der äusseren Labyrinth-

fläche mächtig ausgedehnt fanden, und den wir bei den Eidechsen sowohl vorne wie hinten, bei den Schildkröten nur hinten durch Weichtheile begrenzt in der Umgrenzung des Vorhoffensters fanden. Mit der Verkürzung der Paukenhöhle bei den Vögeln, mit der Annäherung dieser und der Tube an die äussere Wand des *pro-* und *opistoticum* ist auch die Einziehung in der Tiefendimension verkürzt, zugleich aber wegen des eigenthümlichen Verlaufs des *facialis* und der Entwickelung eines *canalis Fallopiae*, der sich gleichsam ringförmig um den *recessus* herumlegt, eingeschnürt, und bildet an der äusseren Labyrinthfläche nur eine kleine Einsenkung im Umfange des Vorhoffensters.

Mit dieser Aenderung des *recessus* der Paukenhöhle geht auch eine Aenderung des *recessus scalae tympani* Hand in Hand, und zwar einmal wegen der veränderten Stellung, die die hintere Fläche des Labyrinthes einnimmt, und dann vor Allem wegen der Beziehungen, die das *opistoticum* und das *occipitale laterale* zu einander haben. Wir wissen einmal, dass die Längsaxe des Labyrinthes, die bei den Schildkröten von oben aussen, nach unten innen ging, bei den Vögeln aus angeführten Gründen von oben hinten, nach unten vorne geht, dass ferner das Schneckenfenster unter der *apertura aquaeductus cochleae* nach aussen sich dem *foramen vestibulare s. ovale* nähert. Wegen der Lage des Labyrinths muss das Schneckenfenster nach unten und hinten gewandt sein, wegen der Annäherung aber an das Vorhofsfenster sich auch dem *recessus cavi tympani* nähern und sich also aus dem Bereiche des *foramen jugulare* an der Schädelhöhlenwand entfernen. Damit entfernt es sich auch von dem *vagus* und *glossopharyngeus*, welche nur an der Uebergangsstelle der hinteren in die innere Wand des Labyrinthes demselben angelagert nach aussen, hinten und unten gewandt das seitliche Hinterhauptsbein durchbohren. Die nach vorne aussen von ihnen gelegene *vena jugularis interna* ist somit die einzige, die im Stande das *foramen cochleare* zu decken, und das geschieht auch, indem dieselbe nach ihrem Durchtritte durch das Drosselloch anschwellend den grössten Theil des Raumes zwischen dem freien Theil der vom *opistoticum* gebildeten Labyrinthfläche und dem seitlichen Hinterhauptsbeine ausfüllt, mit ihrer Scheide an den Theil der weichen Wand des *recessus* der Paukenhöhle anstösst, der sich an die Knochenmasse am hinteren Umfange des Vorhoffensters, die das Schneckenfenster als Knochenstäbchen abtrennt, anheftet. Während noch bei den Schildkröten die ganze hintere Wand der Paukenhöhleneinsenkung durch Weichtheile gebildet wurde, so beschränken sich diese bei den Vögeln auf die eben angegebene Stelle, und zwar deswegen, weil das *occipitale laterale* mit dem *opistoticum* weiter nach aussen gewachsen ist und somit die Hinterwand des *recessus cavi tympani* bildet, und nur die Weichtheile zwischen dieser und dem Uebergange der äusseren in die hintere Labyrinth-

wand, dem hinteren Umfange des Vorhofs-, dem vorderen Umfange des Schneckenfensters übrig lassen. So stellt sich das Verhältniss z. B. bei den Gänsen heraus, welches dem der Schildkröten noch so nahe steht. Bei den Hühnern und Tauben z. B. ist die Konfiguration der Paukenhöhle und des *recessus* der Paukentreppe eine Stufe höher, insofern als das Quadratbein gänzlich ausserhalb des Trommelfells und somit der Paukenhöhle fällt, während dann das *opistoticum* und *occipitale laterale* von dem *foramen jugulare* nach aussen bis zum hinteren Umfange des *foramen rotundum* mit einander verwachsen, so dass also der *recessus* von innen nach aussen bis auf einen kleinen Raum im Bereiche des Schneckenfensters verschwindet. Das muss natürlich einen Einfluss auf die durch das *foramen jugulare* tretenden Theile haben. Sie werden jeder für sich von der Knochenmasse umschlossen, verlaufen in eigenen Kanälen abgetrennt vom Schneckenfenster gegen die freie Oberfläche der Schädelbasis. Wird somit der *recessus scalae tympani* von dem *foramen jugulare* weg mit dem Schneckenfenster nach aussen gedrängt und auf den Umfang dieses reducirt, so frägt sich nun, da die Gefässe und Nerven aus seinem Bereiche nach innen gelagert sind, wie ist das Verhältniss zu dem nach aussen hin befindlichen *recessus* der Paukenhöhle? Bei den Eidechsen, den Schildkröten und der einen Classe der Vögel trennte die beiden eine Weichtheilmasse, der Gefässe und Nerven mit ihrer Scheide unmittelbar anliegen. Diese Weichtheilmasse besteht auch bei den Vögeln, die hintere untere Wand der Einsenkung der Paukenhöhle bildend, es ist die *membrana tympani secundaria*, allein, während bei den am tiefsten stehenden Vögeln wenigstens noch die das Schneckenfenster bedeckende Jugularvene mit ihrer Scheide derselben anliegt, ist dieselbe bei der höchsten Form vollständig frei über den *recessus scalae tympani* und somit über das *foramen cochleare* gespannt, da die *jugularis* umgeben von Knochenmasse von demselben getrennt und ohne Anschwellung medianwärts lagert. Somit sehen wir denn den *recessus* der Paukenhöhle und diese selber von dem Binnenraume des Labyrinthes nur durch eine zarte Membran abgetrennt, und zwar um dieses wichtige Verhältniss noch einmal zu constatiren, einmal deswegen, weil das Schneckenfenster dem Vorhofsfenster immer näher rückt, und dann weil der *recessus* durch Verschmelzung der Knochen des *opistoticum* und des *occipitale laterale* immer weiter nach aussen rückt und mit der Wanderung des *foramen cochleare* nach aussen immer gleichen Schritt hält.

Zwischen der Paukenhöhle der Vögel und deren Annexa und der der Säuger und des Menschen ist, wie schon aus dem Früheren hervorgeht, kein solcher Sprung, wie von den Schildkröten bis zur nächst höheren Classe. Immerhin finden sich bemerkenswerthe Differenzen, die sich aus der vorhin geschilderten, veränderten Stellung der Schädel-

knochen ableiten lassen. Das Quadratbein, welches schon bei einigen Vögeln vollständig ausserhalb der Paukenhöhle und des Trommelfells fiel, weswegen letzteres sich nur an das *os squamosum*, das *sphenobasilare* und das vereinigte *occipitale laterale* und *opistoticum* anheftete, ist bei den Säugern und dem Menschen verschwunden, so dass sich der Unterkiefer bei ihnen direkt mit dem Theile verbindet, von dem es durch das *quadratum* getrennt war, mit der Schläfenschuppe, dem *os squamosum*. Allein auch das *sphenobasilare* vermag, weil dasselbe zu weit nach vorne getrieben, nicht mehr dem Paukenfelle zur Anheftung zu dienen, und an dessen Stelle tritt dann das zum *sphenobasilare* gehörige, von demselben aber getrennte, selbständige *os tympanicum*. Ich glaube nicht, dass das *os tympanicum* als ein modificirtes Quadratbein anzusehen ist, und zwar aus zwei Gründen. Einmal sehen wir bei den am höchsten organisirten Vögeln diesen Knochen vollständig ausserhalb des Bereiches der Paukenhöhle liegen, und zweitens hat dasselbe niemals bei diesen Thieren Beziehungen zur Tube, und Beides müsste ja von Neuem bei den höchsten Wirbelthieren vorhanden sein, was ohne nachweisbare Uebergänge in dieser Richtung nicht wahrscheinlich, und diese fehlen, während dagegen die Ausscheidung des *quadratum* ganz allmählig vor sich geht. Ist nun das *sphenobasilare* nicht mehr im Stande, dem Trommelfelle zur Anheftung zu dienen und den Boden der Paukenhöhle zu bilden, und tritt an dessen Stelle das *os tympanicum*, so ist dasselbe auch mit der Tube der Fall. Es bildet mit dem *squamosum*, *prooticum* und dem *tegmen tympani* die knöcherne Tube. Der *recessus cavi tympani* verschwindet bis auf eine Einziehung im Umkreise des Vorhoffensters, und der *recessus scalae* bei den Vögeln noch mit der *membrana tympani secundaria* in den *recessus* hineinsehend, wird durch die Dickenzunahme der Knochenbrücke zwischen Schnecken- und Vorhoffenster von demselben abgeschieden und bekommt zugleich eine andere Stellung, weil sich das *promontorium* und somit der *recessus scalae* aus vorhin erwähnten Gründen gegen die Paukenhöhle hin ausbuchtet und dadurch das *foramen rotundum* mit dem secundären Trommelfell nach hinten und unten sehen lässt. Somit kommt im Gegensatze zu den am höchsten stehenden Vögeln, wo es nach vorne oben gewandt war, eine Stellung heraus, wie bei der niedersten Form, den Gänsen, mit dem grossen Unterschiede aber, dass dort das Schneckenfenster von der Paukenhöhle abgeschieden war, hier dagegen im Bereiche derselben liegt. Der *vagus*, *glossopharyngeus* und die *jugularis interna*, die bei der einen Vogelklasse aus dem Bereiche des *recessus* aus vorhin erwähnten Gründen fielen, zeigen auch hier dasselbe Verhalten, und zwar trennt sie das mit der *pars tympanica* verbundene *opistoticum*. Allein während bei den Vögeln das verbundene *opistoticum* und seitliche Hinterhauptsbein dieselben einzeln in Knochenmasse einhüllten, so ist das hier nicht mehr der Fall. Die Tren-

nung der beiden bei den Vögeln wie bei den übrigen Thieren durch das Drosselloch angedeutet, vervollständigt sich nach aussen hin bei den Säugern und Menschen, eine neue Kombination, die jetzt den Nerven und Gefässen gestattet, in der Spalte zwischen den beiden Knochen aus der Schädelhöhle direkt nach aussen zu treten, während dieselben z. B. bei den Schildkröten wenigstens theilweise das seitliche Hinterhauptsbein durchbohrten, und die zugleich im Gegensatze zu den höchst gestellten Vögeln der *jugularis* unbehindert von benachbarten Knochen gestattet wieder einen *bulbus* zu bilden.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Vergr. $^3/_1$. Die Paukenhöhle von *rana temporaria* nach Wegnahme des Trommelfells. *a* Theil des *musc. depressor maxillae inferioris*. *b* Die knöcherne Abtheilung der *columella*. *c* Die Spitze des Paukenhöhlentrichters im Umfange des *os quadratum*. *d* Untere Wand der Paukenhöhlenmembran mit Pigmentzellen.

Fig. 2. Vergr. $^4/_1$. Rechte Schädelhälfte von *rana temporaria* von hinten gesehen. Der Schädel etwas gedreht, das Maul nach unten. *a* Ganglion des *nervus sympathicus*. *b* Stamm des *vagus*. *c* Verbindungsast des *vagus* mit einem Aste des Trigeminus, der über die *columella* verläuft. *d, f* Knöcherner Theil der *columella*. *e* Unterer Theil der Scheide des *vagus*. *g* Rachenöffnung der Tuba. *h* Hintere Fläche der Tubenröhre. *i* Hinterwand der Paukenhöhle. *k annulus tympanicus* des Trommelfells.

Fig. 3. Vergr. $^3/_1$. Linke Schädelhälfte von *rana temporaria* von hinten, nach Wegnahme der Hinterwand der Tube und der Paukenhöhle. *a* Knorpliger Ring des Trommelfells. *b membrana tympani*. *c* Knorpliger Theil der *columella*, welcher dem Trommelfelle anliegt. *d* Knöcherner mittlerer Theil der *columella*. *e* Ende der Paukenhöhlenwand an der Hinterseite der *columella*. *f* Vorderwand der Tube von der knöchernen Abtheilung der *columella* wegziehend. *h* Der im *foramen ovale* liegende knorplige Theil der *columella*.

Fig. 4. Vergr. $^3/_1$. Hinteransicht des Schädels von *rana esculenta*. Derselbe etwas um die verticale Axe gedreht. *a* Verschlussmembran zwischen *os pterygoides*, *processus squamosus prootici* und *os quadratum*. *b* Oeffnung in derselben zum Durchtritt des über die *columella* laufenden Nervenastes. *c* Grube an der Hinterseite des *processus squamosus* des *prooticum* zur Aufnahme der Keule der *columella*. *d* Knorpelmasse an der hinteren Leiste der Basis des Labyrinths, dem *opistoticum* angehörig. *e os occipitale laterale*. *f foramen vestibulare*. *g* Leiste als Andeutung der Grenze zwischen *opistoticum* und seitlichem Hinterhauptsbeine. *h apertura aquaeductus cochleae*. *i foramen cochleare s. rotundum*. *k foramen jugulare*.

Fig. 5. Vergr. $^3/_1$. Schädelhöhlenwand der Labyrinthknochen von *rana esculenta*. *a foramen trigemini*. *b apertura aquaeductus vestibuli*. *c foramen jugulare*. *d apertura aquaeductus cochleae*. *e foramen cochleare*. *f* Oeffnung für den *ramus cochlearis* des Hörnerven. *g* Oeffnung für den *ramus vestibularis*.

Fig. 6. Vergr. $^3/_1$. Schädelhöhlenwand der Labyrinthknochen von *rana temporaria* mit erhaltenen Hörnerven und weggesprengtem *condylus occipitalis*. *a apertura aquaeductus vestibuli* innerhalb der *pro-* und *opistoticum* trennenden Knorpelmasse. *b*, *c* Furche oberhalb des Schneckenfensters und des *aquaeductus cochleae*, *d* für ein Gefäss bestimmt. *e nervus cochlearis*. *f nervus vestibularis*.

Fig. 7. Vergr. $^3/_1$. Hinterer Theil der einen Schädelhälfte von *rana temporaria* mit erhaltener Nervenscheide. *a* Selbständiger Theil der Scheide des *vagus foramen jugulare*.

Fig. 8. Vergr. $^3/_1$. Die hintere Fläche der Labyrinthknochen nach Wegnahme des *condylus ossis occipitis*. *a nervus acusticus*. *b foramen cochleare*. *c apertura aquaeductus cochleae*. *d* Gefässfurche. *e* Selbständiger Theil der Nervenscheide zurückgeklappt.

Fig. 9. Vergr. $^2/_1$. Schädel von *rana esculenta* von oben mit freipräparirtem Gehirn. Auf der einen Seite das Labyrinth geöffnet und die häutigen Theile herausgehoben, auf der anderen Seite die Bogengänge an der Basis des Gehäuses frei gelegt. *a os quadratojugale*. *b os quadratum*, *c os squamosum*, *d processus squamosus* des *prooticum*. *f* Grube vorne unten in der Labyrinthhöhle zur Aufnahme des *sacculus*. *f* Schneckenfenster und innere Oeffnung der *apertura aquaeductus cochleae*. *g* Frontaler Bogengang. *h* Frontale Ampulle. *i* Sagittaler Bogengang. *k* Horizontaler Bogengang. *l* Hakenförmige Krümmung am oberen Ende des *quadratum* zur Umschliessung der Spitze des Paukenhöhlentrichters.

Fig. 10. Vergr. $^3/_1$. Labyrinthhöhle nach Wegnahme der äusseren Wand von *rana temporaria*. *a* Innere Oeffnung des *aquaeductus vestibuli*. *b* Von aussen geöffnetes *cavum anterius* mit der Oeffnung für den sagittalen Bogengang. *c* Oeffnung des *cavum internum*. *d* Innere Oeffnung des *ramus vestibularis* des Hörnerven. *e* Innere Oeffnung des *ramus cochlearis*. *f* Schneckenfenster und innere Oeffnung der Schneckenwasserleitung. *g* Durchschnittener, knöcherner, horizontaler Bogengang. *h* Eingang in das *cavum posterius*.

Fig. 11. Vergr. $^3/_1$. Die Labyrinthhöhle von *rana temporaria* nach Wegnahme der äusseren Wand und Eröffnung des *cavum internum*. *a* Innere Oeffnung des Schneckenfensters. *b* Knochenmasse zwischen *cavum internum* und *posterius*, um die sich der frontale Bogengang schlägt. *c* Innere Oeffnung der Vorhofswasserleitung. *d nervus cochlearis*. *e nervus vestibularis*. *f* Knochenmasse zwischen *cavum internum* und *anterius*, um die sich der sagittale Bogengang schlägt. *g* Einsenkung zur Aufnahme der Schnecke. *h* Knorpelmasse an der inneren Wand zwischen *pro-* und *opistoticum*. *i* Grube zur Aufnahme des *sacculus*.

Fig. 12. Vergr. $^4/_1$. Labyrinthhöhle von *rana temporaria* nach Wegnahme der Schädelhöhlenwand. *a* Durchschnittener sagittaler, *b* Durchschnittener frontaler Bogengang. *c* Grube des *cavum anterius* zur Aufnahme der sagittalen Ampulle. *d* Grube des *cavum anterius* zur Aufnahme der horizontalen Ampulle. *e cavum posterius* mit der Oeffnung des horizontalen Bogengangs. *f* Knorpelmasse an der Aussenfläche des Labyrinths zwischen *pro-* und *opistoticum*. *h foramen vestibulare*.

Fig. 13. Vergr. $^4/_1$. Das häutige Labirinth von *rana esculenta* in situ, nach Wegnahme der Aussenwand des knöchernen Labyrinths. *a* Horizontale Ampulle. *b* Frontale Ampulle. *c* Horizontaler Bogengang. *d Tegmentum vasculosum. c sacculus.*

Fig. 14. Vergr. $^3/_1$. Schädel von *rana esculenta* von unten mit blossgelegtem Gehirn. Auf der einen Seite das häutige Labyrinth in situ, auf der anderen Seite herausgehoben, um den oberen Theil des Gehäuseraums zu zeigen. *a* Oeffnung des *cavum internum. b trigeminus. c lagena* der Schnecke. *d sacculus. e* Frontale Ampulle. *f* Articulation zwischen dem *pterygoides*, *h* und dem *prooticum. g* Verschlussmembran oberhalb des Schädeltheils des Flügelbeins mit der Oeffnung für den Nerven.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

X.

Das Gehörorgan der Fische

von

Dr. C. Hasse.

Mit Tafel XIX — XXII.

Die Ueberschrift dieser Abhandlung könnte vielleicht grössere Erwartungen erwecken, als ich zu erfüllen vermag; ich habe nicht sämmtliche wesentlichen Classen der Fische mit Bezug auf das Gehörorgan untersucht, ich habe mich weder mit den Ganoiden, noch diesmal eingehender mit den Plagiostomen beschäftigen können, und selbst das Material, welches ich zu berücksichtigen im Stande war, war gegenüber der grossen Mannigfaltigkeit der Formen verhältnissmässig so spärlich, dass ich kaum wagen dürfte, das Gehörorgan der Fische generell zu beschreiben. Meine Untersuchungen beschränken sich wesentlich auf die Teleostier, aus den Familien *Pleuronectes, Gadus, Perca* und *Cyprinus*, allein ich bin in der glücklichen Lage mich, wenigstens was die morphologischen Verhältnisse anderer Familien und Classen betrifft, auf Forscher berufen zu können, deren Resultate zum allergrössten Theile durchaus nicht meinen Grundanschauungen über das Gehörorgan überhaupt widersprechen, und deren Abbildungen in Zusammenhang mit denen, welche ich geben werde, eine Uebersicht über sämmtliche Formen des Gehörapparates geben und zugleich zeigen, wie überall und bei allen dieselben wesentliche Bestandtheile wiederkehren. Auf etwaige Differenzen werde ich an geeigneten Stellen aufmerksam machen, späteren Forschern überlassend, sowohl die morphologischen als die histologischen Verhältnisse an der Hand erweiterter Erfahrungen näher auszuführen.

Die Arbeiten unseres Altmeisters der Anatomie, die ausgezeichnete Abhandlung E. H. Weber's [1]) ist epochemachend für unsere Kenntniss

1) De aure animalium aquatilium Lipsiae 1820.

des Gehörorgans der Fische, wie ich schon in meiner Arbeit »Bemerkungen über das Gehörorgan der Fische«[1]) erwähnte, und ihr schliesst sich würdig die durch ihre Abbildungen ausgezeichnete Arbeit von Breschet[2]) an. Diese beiden bilden die Grundlage für die nun folgenden Betrachtungen, an deren Beobachtungen vermag ich überall, wo meine eigenen lückenhaft sich darstellen, anzuknüpfen und wenn ich mich auch nicht den vergleichend anatomischen Gesichtspunkten, die Breschet entwickelt, anschliessen kann, so bietet er mir doch überall Handhaben, um die Gültigkeit meiner in der ganzen Wirbelthierreihe gewonnenen Anschauungen darzuthun. Dasselbe gilt auch für Weber, und ich bedaure nur, dass ich den glänzenden Spuren des letzteren auf dem Gebiete des von ihm angenommenen eigenthümlichen, accessorischen Gehörapparates, den Beziehungen der Schwimmblase zu dem Labyrinthe der *Cyprinoiden* für diesmal nicht eingehender habe folgen können. Von älteren Untersuchern ist auch hier wieder der genaue und im Ganzen bis dahin nicht genug gewürdigte Comparetti[3]), aus dessen, wenn auch nicht schönen Abbildungen man die hier geschilderten Verhältnisse erkennen kann, zu erwähnen, vor allem aber wieder Scarpa[4]), der auf seiner Taf. IV. Fig. 1 eine Abbildung geliefert, die an Schönheit und Correktheit Manches übertrifft, was spätere Forscher geleistet, wenn auch seinen Beschreibungen hie und da Mängel ankleben. Die Anschauungen anderer Forscher, die weniger ausgedehnte Untersuchungen angestellt haben, wird man in den eben angeführten Abhandlungen citirt und bestätigt resp. widerlegt finden. Was die histologischen Verhältnisse betrifft, so freut es mich auch hier an den verschiedensten Stellen auf eine Arbeit zurückkommen zu können, die bahnbrechend in der Histologie des Gehörapparates der Fische und des Nervenendapparates des *acusticus* überhaupt, Zeugniss ablegt für die grosse Beobachtungsgabe M. Schultze's. Was E. H. Weber's und Breschet's Untersuchungen auf dem Gebiete der Morphologie, das ist mit Bezug auf den feineren Bau Schultze's Arbeit: »Ueber die Endigungsweise der Hörnerven im Labyrinth«[5]) gewesen, und Weniges ist darin niedergelegt, dem ich mich nicht voll und ganz anzuschliessen vermag. Auf die Angaben anderer Forscher, wie F. E. Schulze[6]),

---

[1]) Würzburger Verhandlungen.

[2]) Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouie des poissons. Paris 1838.

[3]) Observationes anatomicae de aure interna comparata. Pataviae 1769.

[4]) Anatomicae disquisitiones de auditu et olfactu. Ticini 1769.

[5]) Müller's Archiv 1858.

[6]) Zur Kenntniss der Endigungsweise der Hörnerven bei Fischen und Amphibien. Archiv für Anatomie 1862.

Hartmann[1]) und Lang[2]) werde ich an gegebenen Orten zu sprechen kommen.

Betrachten wir zunächst die Verhältnisse des Gehäuses, so kann man zwei Grundformen statuiren. Die eine ist dadurch charakterisirt, dass dasselbe sich wie bei den höheren Wirbelthieren als vollkommen geschlossen darstellt, und wir finden die Repräsentanten in der Classe der Plagiostomen, während bei der anderen Form, zu denen die Teleostier und Ganoiden gehören, dasselbe sich gegen die Schädelhöhle hin offen darstellt. Innerhalb dieses Rahmens können nun alle möglichen Stufen des grösseren oder geringeren Umschlossenseins der häutigen Theile vorkommen. Die Cyprinoiden zeigen z. B. eine etwas ausgiebigere Umschliessung des häutigen Labyrinthes von Seiten des Gehäuses, während dagegen z. B. *Perca*, den ich als Repräsentanten der einen Form vorzugsweise untersucht, wie auch *Gadus* und *Pleuronectes* eine etwas weniger ausgedehnte Umschliessung zeigt. Freilich sind, wie wir später sehen werden, die Differenzen nicht beträchtlich, und was die Unterschiede zwischen den Teleostiern und den Ganoiden betrifft, so liegen diese den Abbildungen Breschet's, der *Accipenser* untersucht, nach zu schliessen nur in der Massenentwicklung des häutigen Verschlussmittels.

Sehen wir einstweilen von den bei den Plagiostomen vorkommenden Verhältnissen, die so eigenartig gestaltet uns später etwas beschäftigen werden, ab, und beginnen wir zunächst mit den einfachsten, wie sie sich bei *Perca* zeigen, so finden wir das knöcherne Gehäuse, wie ich es schon in der Abhandlung über die Frösche erwähnte, im Wesentlichen aus drei Knochen, dem *pro-*, *epi-* und *opistoticum* zusammengesetzt, von denen das *epoticum*, welches sich bei den Fröschen, und selbst da nicht immer, nur in Rudimenten findet und sich erst wieder bei den Eidechsen, wie Clason nachgewiesen, in guter Entwicklung vorfindet, von da an in der Wirbelthierreihe vollkommen zu verschwinden scheint, während dagegen die beiden anderen eine beträchtliche, entweder mehr selbständige oder mit den anderen benachbarten Knochen gleichen Schritt haltende Entwicklung zeigen. Die Paukenhöhle fehlt, wie ja auch bei einigen Thieren aus den höheren Classen der Reptilien (Schlangen) und Amphibien, den Fischen gänzlich, trotzdem die Knochenelemente zur Bildung einer solchen, *squamosum* und *quadratum* vorhanden sind. Dieselben sind aber anderen Zwecken dienstbar, sie tragen die den

---

[1]) Die Endigungsweise der Hörnerven im Labyrinthe der Knochenfische. Archiv für Anatomie, 1862.

[2]) Ueber die *cupula terminalis* der Cyprinoiden. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XIII.

Kiemendeckel zusammensetzenden Knochen, oder besser vergleichend anatomisch ausgedrückt, namentlich das *quadratum* und das *quadratojugale* werden durch Reduktion und Verschmelzung der verschiedenen dasselbe bei den Fischen constituirenden Bestandtheile zu dem einzigen mit dem *squamosum* und dem *pterygoideum* verschmolzenen Knochen bei den Batrachiern, der dann wieder in der nächstfolgenden Classe der Reptilien zu neuen Combinationen zerfällt. Die Homologa des Quadratbeins finde ich in dem *hyomandibulare* und dem *symplecticum*, das des *quadratojugale* in dem *quadratum* (Gegenbaur), ähnlich wie es nach ihm auch Hallmann annimmt. Dabei bleibt freilich ein Umstand zu beachten, dass nämlich letzteres das *articulare* des Unterkiefers trägt, während dasselbe bei den Fröschen im wesentlichen von dem *quadratojugale* und dem *pterygoides* und zum geringen Theile von dem sich keilförmig von oben her zwischen die beiden einschiebenden *quadratum* getragen wird, an dem sich kein *symplecticum* mehr nachweisen lässt. Alle diese Knochen sind mit einander aufs innigste vereinigt. Es kann aber dieses Verhältniss gegenüber dem bei den Fischen nicht Wunder nehmen, da der Unterkiefer bei diesen Thieren durch die Entwicklung des hinter dem *quadratum* und *symplecticum* gelegenen starken Kiemendeckelapparates nach vorne gedrängt und der tragende Knochencomplex dahin bogenförmig gekrümmt erscheint, eine Richtung, die dann noch das bei den Fröschen nach unten hin hakenförmig gekrümmte, hintere Ende des *quadratojugale* bekommt. Dieser Theil wird demnach am weitesten nach vorne dem Unterkiefer entgegengeschoben und allein von allen zur Anheftung desselben dienen. Das Verhältniss stellt sich also richtig ausgedrückt folgendermassen dar. Das bei den Fischen vorne unten gelegene, namentlich von oben nach unten entwickelte *quadratojugale*, welches auf der einen Seite mit dem *articulare* des Unterkiefers, auf der anderen Seite mit einem selbständigen Knochen des *quadratum* in Verbindung steht, bekommt bei den Fröschen mit diesem Knochen durch die Reduktion der Kiemen und des Kiemendeckelapparates und durch die entsprechende Entwicklung des Unterkiefers nach hinten eine entsprechende Richtung. Es wird zugleich nach oben hin gedrängt in seiner Masse reducirt, dabei aber wird die Verbindung mit dem Oberkiefer nach hinten hin verlängert, gleichsam ausgezogen. Drängt nun so das *quadratojugale* mit dem Unterkiefer bei der Reduktion des Kiemenapparates nach hinten, und wird es zugleich nach oben gegen die Vorderfläche des *quadratosymplecticum* hingedrängt, werden diese beiden mit einander zum *quadratum* verwachsenen Knochen zugleich nach hinten gedrängt, statt wie bei den Fischen nach vorne bogig gekrümmt zu erscheinen, während dann

auch das innen vom *quadratojugale* gelegene *pterygoideum* nach hinten rückt, und bilden sie dann zusammen eine Masse hinter dem *quadratojugale* nach unten vorrückend, so bieten sie bei den Batrachiern dem Unterkiefer eine Articulationsfläche gemeinsam dar, die dann bei den Eidechsen und Schildkröten nur von dem weiter nach unten hin für sich weiter entwickelten und getrennten *os quadratum* hergegeben wird. Wir finden also das Knochengerüst, welches bei den Batrachiern so innige Beziehungen zur Paukenhöhle besitzt, bei den Fischen wesentlich modificirt auf Grund anderer Funktionen. Die Beziehungen zum Kiemendeckelapparat treten hier, wenn man so will, an die Stelle derjenigen zur Paukenhöhle. Das Verhältniss zum *squamosum* und dieses wieder zum Labyrinthe ist jedoch im Wesentlichen dasselbe. Das *hyomandidulare* oder *quadratum* articulirt freilich auch mit der Seitenfläche des eigentlichen Schädels und zwar direkt mit dem *prooticum*, wie wir das ja auch von dem *quadratum* der Reptilien wissen, allein ebenso auch wie bei den Batrachiern mit der Unterfläche, namentlich des hinteren Theiles des *squamosum*. Dieses schiebt sich am äusseren Rande der oberen Fläche des Gehäuses, welches bei den Fischen wesentlich vom *epoticum* gebildet wird, zwischen diesem und dem oberen Rande des *pro-* und *opistoticum* ein. Durch die Labyrinthknochen wird das *squamosum* von dem *occipitale superius* und dem *parietale* abgedrängt. Letzteres von dem *frontale* getrennt, zeigt sich nicht so entwickelt wie bei den Batrachiern, dagegen ist das bei den Fröschen als ein geringfügiges Knöchelchen zwischen die seitlichen Hinterhauptsbeine oberhalb des Hinterhauptslochs eingeschobene *occipitale superius* gut entwickelt vorhanden und hat einerseits die Entwicklung des *parietale* nach hinten, andererseits die des *occipitale laterale* nach oben hin behindert.

Was nun das Gehäuse selber betrifft, so erscheint die Lagerung desselben, ebenso wie bei den übrigen Wirbelthieren, an der Seitenfläche des Schädels zwischen der vorzugsweise für den *vagus* bestimmten Oeffnung, dem *foramen jugulare* und der des *trigeminus*. Es liegt nach oben hin beinahe frei unmittelbar unter dem Integumente und wird nach aussen von dem Kiemendeckelapparat und dem an das *squamosum* bei den Fischen nach hinten hin sich anheftenden Schultergürtel bedeckt. Die Oberfläche des knöchernen Gehörapparates bildet viel ausgeprägter wie bei den Fröschen und Reptilien, wo derselbe gleichsam nur angelagert erscheint, einen Theil der Schädeloberfläche, während die unvollständige Innenwand hier wie bei den folgenden Classen die Schädelhöhle begrenzen hilft. Im grossen Ganzen kann man in dem Gehäuse, welches freilich immer nur ganz künstlich zu trennen ist, die demselben Gebilde bei den höheren Thieren zukommende, vierseitig

pyramidale Form vorgebildet erkennen. Die Basis der Pyramide kehrt nach oben, die noch mehr wie bei den Batrachiern abgestutzte Spitze nach unten, und wir haben dann, abgesehen von der bereits erwähnten inneren, eine äussere, vordere und hintere Fläche.

Erwähnte ich nun aber zu Anfang, dass das *pro-*, *epi-* und *opistoticum* bei den Teleostiern das Gehäuse zusammensetzten, so ist das streng genommen nicht richtig, sondern es participiren noch mehr Knochen an der Umschliessung, vor allem das *occipitale laterale* und das *basilare*, und zwar hilft jenes die Hinterwand, dieses die Spitze der Labyrinthpyramide bilden. Ausser diesen kommt dann noch namentlich das *occipitale superius* und das *squamosum* und ferner wohl ein Theil des *parietale* und des *postfrontale* bei der Bildung der oberen Wand in Betracht. Es sind also sämmtliche Knochen, die den hinteren Schädeltheil zusammensetzen, während bei den höheren Thieren nur das *pro-*, *epi-* und *opistoticum* das Gehäuse bildeten und die Spitze der Labyrinthpyramide nicht zu dem *occipitale basilare*, sondern zu dem *sphenobasilare*, dem vor jenem gelagerten Theile des Primordialcranium in Beziehung trat dadurch, dass sie demselben auflag. Das *squamosum* schiebt sich von aussen her, das *occipitale superius* und *parietale* von innen, das *postfrontale* von vorn, das *occipitale laterale* von hinten zwischen die Labyrinthknochen ein. So überraschend nun dieses Verhältniss gegenüber dem bei den höheren Thieren vorkommenden erscheint, so lässt sich doch leicht die Continuität in der Reihe herstellen, wenn man von dem ursprünglichen ausgehend die Erscheinungen in Betracht zieht, welche die niedersten Wirbelthiere mit Bezug auf die Lagerung des Gehörapparates zur Schädelkapsel zeigen, Verhältnisse, welche nach dem Vorgange von E. H. Weber[1], Breschet[2] und vor allem J. Müller[3] in der folgenden Abhandlung von Ketel geschildert werden und für die Erklärung der Erscheinungen bei den *Plagiostomen* von Wichtigkeit sind.

Wir sehen bei *Myxine* und *Petromyzon* den Gehörapparat wie bei allen Wirbelthieren zwischen der Durchtrittsstelle des *trigeminus* und *vagus* in die Masse des knorpligen Primordialcraniums eingebettet, jedoch so, dass die verschieden geformte Kapsel nicht rings knorplig geschlossen erscheint, sondern gegen die Schädelhöhle hin durch eine vom *acusticus* durchbohrte, mehr oder minder resistente und ausgedehnte Membran abgeschlossen erscheint, welche als Fortsetzung des

---

[1]) l. c. [2]) l. c.

[3]) Ueber den eigenthümlichen Bau des Gehörorgans bei den *Cyclostomen*. Fortsetzung der vergleichenden Anatomie der *Myxinoiden*. 1838.

Homologon der *dura mater* der höheren Thiere anzusehen ist. Bei den Plagiostomen zeigt sich dann die Einlagerung in das knorplige Cranium so, dass die Kapsel, die schon bei *Petromyzon* mehr geschlossen erscheint, bis auf die Durchbohrungsstelle des *acusticus* und des sogenannten *canal du tube ascendent* (Breschet), des *recessus labyrinthi s. aquaeductus vestibuli* geschlossen erscheint. Die Verschlussmembran gegen die Schädelhöhle ist, wenn man so will, bis auf die Scheide der Nerven und des *recessus labyrinthi* reducirt. So haben wir von den *Cyclostomen* zu den *Plagiostomen* eine Weiterentwicklung des bleibenden, knorpligen Schädels mit Bezug auf den Gehörapparat dadurch, das derselbe von aussen nach innen gegen den Schädelraum vorwächst. Anders gestaltet sich dagegen das Verhältniss bei den Fischen, die wir hier zunächst in Betracht gezogen, den Teleostiern. Allerdings lagert sich auch bei ihnen das häutige Gehörorgan an derselben Stelle wie bei den übrigen Wirbelthieren in das Primordialcranium, allein dieses umschliesst mit seinem sich knorplig entwickelnden Theil dasselbe nicht einmal so vollständig, wie bei den *Cyclostomen*, wenigstens bei *Petromyzon*, sondern lässt eine grosse Lücke gegen den Schädelraum frei, die durch häutige, allerdings auch zum Primordialcranium gehörige Theile, die innere Bekleidung des Schädels, ausgefüllt werden muss, und so wenig umschliesst dann das knorplige Primordialcranium das Labyrinth, dass noch ein Theil der Deckknochen das *squamosum*, *postfrontale*, *parietale* und *occipitale superius* den Verschluss mit bilden helfen. Gegenüber den *Cyclostomen* findet nun aber eine Weiterentwicklung in dem Sinne statt, dass innerhalb der vom knorpligen Primordialcranium abgegebenen Kapsel Verknöcherungen auftreten, die sich zum *occipitale basilare*, zum *pro-*, *epi-* und *opistoticum* entwickeln. Letztere zeigen dann bei dem grössten Theile der höheren Thiere (Ausnahme Eidechsen, selten Batrachier) eine Weiterentwicklung in dem Sinne, dass sie anfänglich knorplig angelegt wie bei den Plagiostomen den häutigen Gehörapparat umwachsen, jedoch gegenüber diesen Thieren darin eine höhere Entwicklungsstufe erreichen, dass sie sich allmählig zu Knochen umwandeln. Bei den Batrachiern und den Schildkröten sehen wir noch an der Innenwand und an der Spitze der Pyramide die ursprüngliche Knorpelmasse sogar in ziemlich ausgedehntem Maasse auftreten, die dann bei den Vögeln Knochen Platz macht. Dieses Herumwachsen der eigentlichen Labyrinthknochen hat zur Folge, dass die Deckknochen des Schädels ausser dem Bereiche des häutigen Apparates fallen, bewirkt ferner eine gewisse Selbständigkeit der Kapsel desselben, und dass dieselbe, wie ich bei den höheren Thieren nachgewiesen, bei den ungemeinen Veränderungen

des Gesammtcranium eine mehr passive Rolle spielt, dabei freilich ihre eigene Entwicklung verfolgt. Der einzige Anklang, das einzige Homologon der gegen die Schädelhöhle gewandten, durch die *dura* verschlossenen, grossen Lücke zeigt sich dann als Durchtrittsstelle der Nerven und als *apertura aquaeductus vestibuli*, selten wie bei einigen höheren Thieren als *apertura aquaeductus cochleae*. So erklärt sich aus dem Verhalten bei den *Cyclostomen* das Offensein der knöchernen Labyrinthpyramide der Teleostier gegen die Schädelhöhle und die Art ihres Verschlusses im lebenden Zustande, allein eine Erscheinung bleibt immer noch, der Unterschied, der darin zu Tage tritt, dass bei den Fischen die Spitze des Labyrinthes dem hinteren Theile des Primordialcranium dem *basioccipitale* aufliegt, während sie bei den höheren Thieren zum *sphenobasilare* in Beziehung tritt. Es hängt das mit der Ausdehnung zusammen, welche das bei den Teleostiern weit nach vorne hin entwickelte *occipitale basilare* besitzt, während ein knöchernes *sphenobasilare* noch nicht differenzirt erscheint. Dafür tritt ein Belegknochen, dem wir schon bei den Fröschen begegnet sind, das *parasphenoidale*, auf. Erst mit der Reduktion des *occipitale basilare* von vorne nach hinten, wie wir es bei den Fröschen sehen, legt sich die Spitze des Labyrinthes in den Theil des knorpligen Primordialcranium, auf dessen Unterfläche das *parasphenoidale* sich entwickelt, und wo nun wie bei den Reptilien ein wirkliches *basisphenoidale* als Fortsetzung des Grundstücks des Hinterhauptbeines sich entwickelt, da sehen wir, wie Clason nachgewiesen, bei den Eidechsen einen Uebergang gegen die Fische in dem Sinne, dass die Spitze des Labyrinthes an der Grenze der beiden Knochen, bei den Schildkröten schon ein wenig entfernter vom *basioccipitale* im *sphenobasilare* zu liegen kommt, welcher Knochen dann bei den Säugern und dem Menschen als solcher nichts mehr mit dem Labyrinthe zu thun hat. Worin bei den Wirbelthieren, von den Fischen angefangen der letzte Grund dieses Wechsels der Beziehungen des Gehörapparates zu den Knochen der Schädelbasis liegt, vermag ich für diesmal nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden, ich möchte aber auch hier glauben, und es wäre eine dankbare Aufgabe das zu verfolgen, dass er in den Wachsthumsverhältnissen bestimmter Gehirntheile zunächst an der *basis cerebri* zu suchen ist.

Die Richtung der Hauptaxe des knöchernen Gehäuses geht von oben, aussen, vorne nach unten, innen und hinten, und die Spitzen convergiren bei den Teleostiern in dem Grade, dass sie beinahe in der Mittellinie der Schädelbasis zusammenstossen, und nur ein geringer Raum zwischen den beiden übrig bleibt. Diese Lagerungsweise der Spitze der Labyrinthpyramide ist bei dem immerhin beträchtlichen

Breitendurchmesser der an dieser Stelle gelagerten Theile des Centralnervensystems nur dadurch ermöglicht, dass diese sich darüber weglegen, der untere Theil des Gehörapparates also unter dem Centralorgane, tief in die verdickte Schädelbasis eingebettet ist, ein Verhalten wie wir es in den nächstfolgenden Klassen der Amphibien und Reptilien nicht mehr auftreten sehen. Das Gehirn auf der verhältnissmässig viel dünneren Schädelbasis gelagert drängt durch seine Breitenentwicklung die Spitzen von der Mittellinie weg nach aussen, keilt sich gleichsam zwischen sie ein und treibt sie immer weiter aus einander. Dieses bei den Teleostiern so auffallende und wichtige Verhältniss findet, und das ist, scheint mir, für den Zusammenhang in der Wirbelthierreihe ausserordentlich interessant, sein Vorbild bei den *Myxinoiden*, während *Petromyzon* dagegen, dessen unterer Gehörkapseltheil sich nicht unter das Gehirn weglagert und dem der anderen Seite sich nähert, ein Vorbild der Verhältnisse bei den *Plagiostomen* und den höheren Wirbelthieren darbietet, so dass man also mit Bezug auf die ausserordentlich bedeutsamen Lagerungsverhältnisse des Labyrinthes sagen kann, dass in der Klasse der *Cyclostomen Myxine* die niederste Form, die Stammform der niederen Fische, der Teleostier und *Ganoiden*, sein Verwandter *Petromyzon* die höhere, die der *Plagiostomen* und höheren Wirbelthiere repräsentire. Die Urform des Gehörapparates dieser Thiere wäre dann entweder ausgestorben, oder, und das wäre wichtig, bei einem noch lebenden Wirbelthiere zu suchen. Ich glaube, das *Amphioxus* noch eingehender auf die Existenz eines Gehörorgans untersucht werden müsste. Vielleicht würde sich dann der Connex zwischen Vertebraten und Evertebraten noch schärfer hinstellen lassen als es später geschehen kann.

Gehen wir nun nach diesen Beobachtungen zu der Schilderung der einzelnen Begrenzungsflächen der Kapsel des Gehörapparates über, so finden wir wie bei den Batrachiern die obere Wand vierseitig gestaltet, nach aussen hin abschüssig und theilweise nach vorne hin unmittelbar unter dem Integumente, theilweise unter Muskeln gelagert. Bei *Perca* findet sich zu diesem Zwecke, eine tiefe trichterförmige Grube in der hinteren Hälfte, ebenso bei *Gadus* u. a., und diese zieht sich nach vorne in eine flache, dreiseitige Einsenkung aus, deren Basis nach hinten, deren Spitze nach vorne gekehrt ist. Die Muskeln trennen somit wie bei den Batrachiern den grössten Theil der Oberfläche von dem Integumente. Die Ränder der Fläche, von denen die längste nach aussen, der kürzeste nach innen sieht, sind nach aussen, vorne, hinten und innen gewandt. Sie wird vorzugsweise von dem *epoticum*, dann von einem Theile des *postfrontale*, *parietale*, selten dem *occipitale*

laterale, dann aber vom *occipitale superius* gebildet, dessen Kamm die Grenze zwischen den beiden Labyrinthpyramiden anzeigt. Sie berühren sich also nach oben beinahe in der Mittellinie. Das *epoticum* nimmt die Mitte der Fläche und gewöhnlich auch den hinteren Rand ein, über den sich nur selten das *occipitale laterale* mit einem umgebogenen Rande hinlegt, innen kommt dann das *occipitale superius* und der hintere Theil des *parietale,* vorne der hintere, schmale Theil des *postfrontale,* und aussen das *squamosum.* Innen und vorne sind die Grenzen sehr verwaschen. Weder das *pro-* noch das *opistoticum* nehmen an der Bildung der oberen Wände Theil. Bei *Cyprinus* stellt sich das Verhältniss in sofern etwas anders, als eigentlich nur das *epoticum*, das *occipitale superius* und das *squamosum* die obere leicht convexe, nur an einzelnen Stellen etwas vertiefte Fläche bilden. Die Flügel des *occipitale laterale* ragen niemals bis an dieselbe empor, so dass bei diesen Thieren der hintere Rand ausschliesslich vom *epoticum*, welches rechtwinklig gegen die Hinterwand umbiegt, gebildet wird. Besondere Hervorragungen, die, wie wir es bei den Batrachiern sahen, die Bogengänge und Ampullen anzeigten, lassen sich nicht wahrnehmen.

Die äussere Wand wird aus folgenden Knochen zusammengesetzt. Oben befindet sich das *os squamosum,* in der Mitte das *pro-* und *opistoticum* und unten das *occipitale basilare.* Das *pro-* und *opistoticum* sind die wesentlichsten constituirenden Bestandtheile. Die Naht des *squamosum* läuft an dem oberen Drittel der Fläche schräg von oben vorne, nach unten hinten, während die zwischen *pro-* und *opistoticum* ungefähr von der Mitte derselben ausgehend senkrecht nach unten verläuft und hier auf diejenige Naht trifft, die horizontal von vorne nach hinten verlaufend das *opistoticum* vom *parasphenoidale* trennt, während diese dann weiter nach oben in die etwas aufsteigende Naht zwischen dem *parasphenoidale* und dem *prooticum* übergeht. Die obere Kante der Fläche steht horizontal, die hintere und vordere vertical, die untere dagegen fällt schräg von oben vorne, nach hinten unten ab. Sie ist, im Ganzen genommen, schräg von oben aussen, nach unten innen geneigt, zugleich aber bei einigen Fischen wie *Gadus* ein wenig von vorne innen, nach hinten und aussen gerichtet. Durch eine etwas unterhalb der Mitte von vorne oben, nach hinten unten verlaufende, tiefe Furche ist sie in ein oberes, grösseres und ein unteres, kleineres Feld getheilt, die mit einander einen nach aussen hin offenen, stumpfen Winkel bilden. Das obere Feld ist vierseitig plan von oben aussen, nach unten innen gerichtet, das untere etwas mehr spindelförmig gestaltet, senkrecht gestellt und nach aussen hin ausgebuchtet, und diese Ausweitung zeigt die Lage des Steinsacks (*sacculus*) und der Schnecke an, deren Otolithen man bei kleineren

Fischen deutlich durchschimmern sieht. Die Spitze der Spindel sieht nach oben vorne, die Basis nach hinten unten. An der oberen Fläche bemerkt man keine besonderen Hervorragungen als Ausdruck eines Theiles des *vestibulum* oder des Bogenapparates. Der obere Rand der Aussenwand, welcher dem *squamosum* angehört, springt stark, gleichsam dachartig vor und trägt auf seiner Unterfläche mehr nach vorne hin die Articulation für den Kiefertragapparat. Er zeigt sich hinten in eine scharfe Spitze ausgezogen. Die Gelenkfläche zeigt sich oft auch ausgedehnter am oberen, vorderen Theile des *prooticum*. Die hintere Begrenzung, grösstentheils dem *opistoticum* angehörig, springt ebenfalls scharf vor und ist öfters etwas nach hinten, unten und innen geneigt. Die vordere Begrenzung, die zur Hälfte vom *prooticum* gebildet wird, geht mehr abgerundet in die vordere Fläche über. Die Wand liegt nicht frei am Schädel vor, sondern ist vorne auch bei den *Cyprinoiden* von aussen her vorhangartig von dem Kiemendeckelapparate bedeckt und dadurch von dem Integumente abgeschieden. Bei den *Cyprinoiden* finden wir folgende Abweichungen. Abgesehen davon, dass die Aussenfläche mehr wie z. B. bei *Perca* von vorne innen, nach hinten aussen gerichtet ist, während die andere Stellung von oben aussen, nach unten innen beibehalten wird, und da das untere ausgebuchtete Feld weniger ausgedehnt und minder stark nach aussen vorspringt, liegt ein Hauptunterschied darin, dass die obere, grössere Abtheilung der Aussenwand tief grubenartig eingesunken ist. Diese Einsenkung dient zur Aufnahme von Muskeln, während im Uebrigen die constituirenden Knochen dieselben. Die Oeffnung dieser gerade nach unten sehenden Grube zeigt eine abgerundete Begrenzungsleiste als Ausdruck des horizontalen Bogengangs und am vorderen Ende derselben an der vorderen oberen Grenze der schwachen Ausbiegung, die auch hier der Ausdruck des *sacculus* ist, eine rundliche Auftreibung, die die Lage des *recessus utriculi* anzeigt. Dieser rundliche Höcker würde bei *Perca* etwa die deutlich zum Vorschein kommende Spitze der Auftreibung einnehmen, die, wie gesagt, bei den *Cyprinoiden* wegen der darin enthaltenen Weichtheile nur bei durchfallendem Lichte mit Mühe nachweisbar ist.

Die vordere Wand erscheint als solche nur bei *Perca*, dagegen nicht bei *Cyprinus* besonders ausgeprägt. Sie ist schmal, vierseitig, oben breiter, als unten und ein wenig von vorne innen, nach hinten aussen und zugleich von oben vorn, nach unten hinten gerichtet und schliesst unten mit der Durchtrittsstelle des *nervus trigeminus* ab. Sie wird unten von dem *prooticum* und oben von dem *postfrontale* gebildet, welche sich mit dem *alisphenoidale* in einer Naht verbinden, die die Grenze zwischen Innen- und Vorderwand und zugleich die vordere

Grenze des Gehäuses anzeigt. Bei *Gadus* erscheint die Vorderwand fast als ein Theil der äusseren, ist also ausserordentlich schmal und das ist, wie erwähnt, in noch höherem Maasse bei den *Cyprinoiden* der Fall, bei denen dieselbe nur als starke abgerundete Leiste am Vorderrande der Aussenwand, oberhalb des Trigeminusdurchtritts erscheint. Besondere für das Gehörorgan charakteristische Hervorragungen oder Vertiefungen lassen sich nicht unterscheiden, nur wäre zu erwähnen, dass bei *Cyprinus* im unteren Theile des hinteren Umfangs der Aussenwand die Durchtrittsstelle des *vagus*, das *foramen jugulare* sich findet. Dasselbe zeigt sich auch so bei *Perca*, überhaupt bei allen denjenigen Fischen, bei denen die untere Abtheilung der äusseren Fläche entweder vertical steht, oder nur wenig prominent ist, während dagegen bei anderen Arten von *Gadus*, bei denen dieselbe stark vorspringt und zugleich von oben aussen, nach unten innen geneigt ist, das *foramen jugulare* sich an der in diesem Falle stark ausgeprägten Hinterfläche des knöchernen Gehäuses innen unten findet.

Die hintere, von Muskeln bedeckte Wand wird von dem *opistoticum* oftmals dem *epoticum*, dem *occipitale laterale* und zum kleinen Theile vom *occipitale superius* und dem *squamosum* gebildet. Bei *Perca* zeigt sich das Verhältniss folgendermassen: Wir haben es mit einer fast dreiseitigen Fläche zu thun, deren Basis nach oben, deren im *occipitale basilare* begrabene Spitze nach unten sieht, und die mit einer wesentlich vom *squamosum* und von dem *opistoticum* gebildeten, scharf vorspringenden Kante in die Aussenwand übergeht, während die obere Begrenzung, die oft dem *epoticum* angehört, nach aussen hin durch einen tiefen, halbkreisförmigen Abschnitt, der hinteren Begrenzung der schon geschilderten Muskelgrube ausgehöhlt erscheint, während der innere dem *occipitale superius* angehörige Theil abgerundet ist. Die innere Begrenzung ist durch die Furche angedeutet, die sich zwischen den lateralwärts sehenden Parthien des *occipitale laterale* und *superius* und den nach hinten gekehrten, sagittal gestellten findet. Die ganze Fläche ist ein wenig von oben vorne, nach unten hinten geneigt und über die Mitte derselben verläuft horizontal von aussen nach innen, deutlich erkennbar die Naht zwischen seitlichem und oberem Hinterhauptbein einer-, dem *epoticum* andererseits. Besonders charakteristische Erhebungen als Ausdruck der inneren Theile lassen sich bei *Perca* nicht erkennen. Bei *Gadus* ist die hintere Fläche noch stärker entwickelt, besitzt aber im Uebrigen dieselbe Form, und wir sehen dieselben Knochen beinahe auf dieselbe Weise an der Bildung Theil nehmen, allein, wie ich schon vorhin erwähnte, darin macht sich eine Differenz geltend, dass der untere Theil der äusseren Fläche stark nach aussen ausgebuchtet erscheint und mit seinen hinteren Parthien

an der Hinterfläche zu liegen kommt, so dass also das *opistoticum* nicht wie bei *Perca* nur die äussere Begrenzung der hinteren Wand ausmacht, sondern dieselbe mit dem *occipitale laterale*, gegen das es durch eine Vertiefung abgesetzt ist, in der sich das *foramen jugulare* befindet, grösstentheils bildet, während dann oben *occipitale superius*, *epoticum* und *squamosum* von innen nach aussen concurriren. Der unterste Theil der Hinterwand wird auch hier von dem *occipitale basilare* abgegeben. Bei den *Cyprinoiden* treten wesentliche Unterschiede zu Tage, und zwar zunächst in der Form, insofern als der Theil der hinteren, dreieckigen Fläche, welcher nicht vom Grundbeine des Hinterhauptes gebildet wird, nach unten hin ausserordentlich spitz ausläuft und am Umfange des grossen *foramen jugulare* endet und durch dieses nach vorn hin tief ausgeschnitten scheint und von hinten her von der Wurzel des seitlichen Hinterhauptbeins überwölbt wird. Diese trägt zur Bildung des Gehäuses nicht bei und muss daher bei der Isolation desselben weggenommen werden. Die innere Grenze der Hinterwand ist zum grössten Theile laterale Begrenzung des grossen, nur durch eine zarte Membran verschlossenen Lochs im Hinterhaupte, welches in das *cavum cranii* führt. Die obere Kante ist abgerundet, nicht tief eingebuchtet und nach aussen abwärts geneigt. Die äussere auch bei den *Cyprinoiden* scharf vorspringende Begrenzung sieht mehr nach unten und verläuft fast horizontal. Sie erscheint als Ausdruck des hinteren Endes des horizontalen Bogengangs, ein wenig abgerundet. Die Spitze des freien Theils der hinteren Fläche bildet das *opistoticum*, die Mitte das *occipitale laterale*, das obere Drittel, die Basis, von innen nach aussen *occipitale superius*, *epoticum* und *squamosum*.

Die innere Wand ist grösstentheils häutig und steht bei den *Clupeiden* oben in der Mittellinie mit der der anderen Seite in Verbindung. Bei den übrigen Fischen nähern sie sich an derselben Stelle so ausserordentlich, dass nur ein geringer Raum sie in der Mitte trennt. Nur unten, soweit dieselbe in den Bereich des *occipitale basilare* fällt, ist sie knöchern. Bei *Perca* verschmilzt sie mit der der anderen Seite zu einer Knochenlamelle, bei den *Cyprinoiden* ist sie jedoch von der gegenüberstehenden durch einen geringen Raum, das *cavum sinus imparis* nach Weber getrennt. Die innere, häutige Wand ist nichts weiter als ein Theil der inneren Auskleidung des *cavum cranii*, das Aequivalent der *dura mater* und sonach nur künstlich darstellbar, eigentlich nur eine verdichtete Parthie des alsbald zu erwähnenden ölhaltigen Maschengewebes. Die Membran schliesst Pigmentzellen in sich. Sie überzieht innen den häutigen Gehörapparat, mit demselben durch ein lockeres Fasernetz verbunden, ist bei den Fischen, die ich untersucht, nur schwer darstellbar, leichter scheint es nach Breschet

bei den *Ganoiden* zu sein, zeigt aber eine sehr bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit. Sie spaltet sich nämlich an dem häutigen Gehörapparate in zwei Blätter. Das äussere, das Homologon des Periosts des Gehäuses der höheren Thiere, umkleidet weit sackartig die häutigen Theile und hält sich, soweit sie von Knochen umschlossen werden, an diese und steht mit den häutigen Theilen durch Bindegewebstränge in Verbindung, die bald grössere, bald kleinere Maschenräume bilden, die oftmals von ölartiger Flüssigkeit gefüllt sind, und somit kommt auch hier zwischen dem häutigen Labyrinthe und dieser Membran wie bei den höheren Thieren ein perilymphatischer Raum zu Stande, der dann durch die feinen Poren der inneren Verschlussmembran mit dem *cavum cranii* in continuirlicher Verbindung steht. Trotzdem nun die Knochenmasse nichts weniger als die Gestalt des häutigen Labyrinthes wiederholt, bildet doch diese Membran mehr oder minder einen getreuen Abguss desselben, ebenso vollständig wie bei denjenigen Thieren die ein durch feste Theile geschlossenes Gehäuse besitzen, welches dann von dieser Membran als Endost oder Endochondrium überzogen ist. Die im wesentlichen vertical gestellte, häutige Wand wird unten durch die Gehörnerven durchbrochen oder besser gesagt ausgestülpt und bildet die Scheide derselben, um dann die obere Grenze der knöchernen Abtheilung zu überziehen. Diese, die, wie erwähnt, bei *Perca* mit der der anderen Seite zu einer senkrecht gestellten Knochenlamelle verschmolzen ist und sich nicht über das obere *niveau* des Occipitalwirbelkörpers erhebt, erscheint an ihrer oberen Grenze zu einer schmalen Platte verbreitert und auf dieser ruht dann das Gehirn. Bei den *Cyprinoiden* waren ja die knöchernen Abtheilungen der inneren Wandungen selbständig. Sie schliessen einen dreiseitig prismatischen Raum ein und berühren sich nur an der unteren Grenze in der Mittellinie, divergiren dann aber nach oben. Dieser Raum, das *cavum sinus imparis*, ist überdacht durch zwei in der Mittellinie zusammenstossende Knochenplättchen, die von dem oberen Rande der knöchernen Innenwand abgehen und dem Gehirne zum Widerlager dienen. Er ist entsprechend der Form des Occipitalwirbelkörpers in der Mitte am tiefsten, verflacht sich nach beiden Enden hin und öffnet sich vorne mit verhältnissmässig weiter Oeffnung in das *cavum cranii*, hinten in den Beginn des *canalis spinalis*, und zwar hier mittelst einer feinen an den Seiten etwas erweiterten Spalte. An einer Stelle der Seitenwand dieses Raums scheint sich dann noch eine feine Oeffnung in dem knöchernen Theile der Labyrinthhöhle zu finden, auf die ich später zu sprechen komme. Die gesammte Innenwand erscheint ebenfalls im grossen Ganzen dreiseitig, mit abgestutzter, nach hinten unten gerichteter Spitze. Die Axe der knöchernen Spitze steht aber nicht in der Verlängerung

der des übrigen Gehäuses, so dass man von einer Gesammtaxe und einer für den oberen, einer für den unteren Gehäusetheil sprechen kann. Jene ist von oben aussen, nach unten innen gerichtet, diese dagegen steht von oben, vorne, aussen, nach unten, hinten und innen. Die Spitze erscheint in transversaler Richtung etwas abgeplattet und nimmt sowohl bei *Perca* wie bei *Gadus* und den *Cyprinoiden* nur den vorderen, oberen Theil des Occipitalwirbelkörpers ein, die Basis nach oben, vorne, aussen, die Spitze nach unten, hinten und innen gerichtet, und erscheint somit als abgeplatteter Kegel, der bei *Perca* überall, bei *Cyprinus* nur an der unteren Grenze mit dem der anderen Seite zusammenstösst.

Will man das gesammte Gehäuse isoliren, so verfährt man am besten folgendermassen. Man durchsägt den Schädel genau in der Mittellinie, dann führt man einen Schnitt, durch das *foramen jugulare* senkrecht nach oben und einen nach hinten unten, durch das *occipitale basilare* bis an die hintere Grenze des Belegknochens, des *parasphenoidale* und bei *Cyprinus* von demselben Loche bis zum hinteren Ende der eigenthümlich modificirten Hämapophyse des Occipitalwirbels. Ferner sägt man von der Durchtrittsstelle des *trigeminus* ebenfalls senkrecht nach oben bis zur Schädeloberfläche und schräg nach unten hinten längs der unteren Grenze der Ausbiegung der Aussenfläche, bei *Perca* bis zur Mitte des *parasphenoidale* und bei *Cyprinus* von derselben Oeffnung bis zur Mitte der Occipitalhämapophyse.

Dies die Verhältnisse der Aussenfläche des Gehäuses, und ich wende mich jetzt zum Binnenraume desselben, der im Hinblick auf die bei den höheren Wirbelthieren vorkommenden Formen ein hohes Interesse darbietet. Das Wesen des Gehäuseraums kann man so schildern. Es ist grösstentheils ein ungetheiltes *cavum vestibuli s. inferius,* dass nur nach aussen hin zwei oder seltener drei mit demselben communicirende, selbständige Räumlichkeiten, den Bogengängen entsprechend zeigt, die ausschliesslich vom *pro-, epi-* und *opistoticum* gebildet werden, während an der Bildung des grossen Raums die übrigen das Gehäuse constituirenden Knochen Theil nehmen. Am ausgedehntesten ist die röhrenartige Ausbuchtung des *cavum* um den horizontalen, dann folgt die um den frontalen, und am geringsten ist die um den sagittalen Bogengang. Die Röhre des horizontalen Gangs bildet das *pro-* und *opistoticum*, die des frontalen das *epi-* und *opistoticum*, und die des sagittalen das *prooticum.* In dem grossen Hohlraume liegen Schnecke, Sack, eigentlicher *utriculus* und die Commissur der Bogengänge, somit zum geringsten Theile die Ampullen und der *recessus utriculi.* Doch kommen in dieser Beziehung namentlich ausgeprägt bei den *Cyprinoiden* Anklänge an die Verhältnisse der höheren Wirbelthiere vor. Der grosse

Raum ist in seiner grössten Ausdehnung nach innen hin häufig verschlossen, namentlich soweit er zur Aufnahme der Commissur, des eigentlichen *utriculus* und eines Theils des Sacks dient, während der untere, knöchern umschlossene Theil des *cavum vestibuli* bei allen Fischen die Schnecke und den grössten Theil des *sacculus* umschliesst. Beide Abtheilungen wollen wir für sich betrachten.

Die grössere, obere Abtheilung ist nahezu keilförmig gestaltet, die Basis des Keils nach oben, die Spitze desselben nach unten an der oberen Grenze der knöchern umschlossenen Abtheilung gelegen. Die häutige, innere Wand nähert sich der äusseren immer mehr. So wird das *cavum* unten in transversaler Richtung immer platter, oben dagegen zeigt dasselbe einen so grossen queren Durchmesser, dass es fast das der anderen Seite berührt, ein Verhältniss, wie es wohl die *Clupeiden* durch den Zusammenstoss der beiden Räume vollkommen zeigen. Namentlich bei den *Cyprinoiden* ist auch die Aussenwand der inneren häutigen ausserordentlich genähert, besonders in der Mitte und zwar in dem Grade, dass die beiden hier einander fast berühren, ein Verhalten, welches seinen Grund in der Tiefe der Grube an der Aussenfläche des Gehäuses hat. Sie tritt in Gestalt einer kugligen Vorbucklung nach vorn von der Commissur der Bogengänge auf. Eine ähnliche sehen wir auch, jedoch durchaus nicht so weit nach innen vorragend bei *Perca* und *Gadus*, und zwar nach aussen von der Commissur, und sie rührt in diesem Falle von der tiefen Grube in der hinteren Abtheilung der oberen Fläche her. Die obere Abtheilung des *cavum vestibuli* erscheint mir überhaupt bei den *Cyprinoiden* viel enger wie bei den anderen Fischen. Besonders sind an diesem Raume zwei Einbiegungen an der oberen Grenze der von Knochen umschlossenen Abtheilung und unterhalb der Vorbuchtung der oberen, resp. äusseren Wand vorne und hinten interessant, *recessus*, die die ersten Andeutungen eines *cavum superius posterius* und *anterius* der höheren Thiere sind, die continuirlich einmal in die Röhre des horizontalen, und des sagittalen und dann des frontalen Bogengangs hineinführen. Diese Gruben, von denen die vordere grösser, als die hintere erscheint und auch etwas tiefer herunterragt, umschliessen, die hintere den allergrössten Theil der alleinstehenden Ampulle und die an ihr vorübergehende Krümmung des horizontalen Bogengangs, die vordere, bei *Cyprinus* etwas mehr wie bei *Perca*, den grössten Theil des *recessus utriculi* und die zusammenstehenden Ampullen. Der Rest liegt in der *cavitas vestibuli*. Die hintere Grube zeigt hinten oben den Eingang in die knöcherne Röhre des frontalen Bogengangs, aussen und etwas nach vorne den der horizontalen, die vordere Grube erscheint namentlich bei *Perca* oben vorne ausgedehnt und erreicht hier beinahe die

Schädeldecke. Dort geht sie in einen kurzen, knöchernen Canal für den sagittalen Bogengang über, welcher etwa die Mitte desselben umfasst, während der überwiegendste Theil im grossen *cavum* liegt und nur unten an die vordere Grenze des *cavum anterius* sich anlehnt. Von der Unterseite dieses kurzen, knöchernen Bogengangs erstreckt sich nach hinten unten eine Duplicatur der periostalen Auskleidung der Höhle und theilt den vorderen Hohlraum in einen grösseren, vorderen und einen kleinen hinteren, welch ersterer durch eine niedrige, von vorne nach hinten verlaufende Leiste in zwei, eine obere und untere Abtheilung getheilt wird, von denen jene durch ein gallertiges Bindegewebe ausgefüllt wird, diese dagegen den grössten Theil des *recessus utriculi* aufnimmt, während die letztere in ihrem Grunde aussen die Oeffnung des knöchernen, horizontalen Bogengangs zeigt und zur Aufnahme des Anfangstücks desselben resp. eines Theils der horizontalen Ampulle dient. Bei den *Cyprinoiden* ist die vordere Grube ebenfalls nach oben hin weit ausgedehnt, aber nicht durch eine Weichtheilduplicatur in eine vordere und hintere getheilt, sondern durch eine wie bei *Perca* auftretende, niedrige Leiste in eine obere und untere Hälfte getrennt, von denen erstere oben vorne den Eingang in den knöchernen Canal des sagittalen Bogengangs zeigt, der länger wie bei *Perca* erscheint und etwa ein Drittel des Ganges umfasst, und nach aussen den Eingang in die knöcherne Röhre des horizontalen Ganges. Zugleich nimmt sie den grössten Theil der zusammenliegenden Ampullen auf, während die untere Abtheilung als rundliche, ziemlich tiefe, von aussen her sichtbare Grube den *recessus utriculi* umfasst.

Die untere, vollständig von Knochen umschlossene Abtheilung des *cavum vestibuli*, die bei *Perca* über die Hälfte des Sacks und die Schnecke, bei *Cyprinus* etwa zwei Drittel des *sacculus* und ebenfalls die ganze Schnecke umschliesst, öffnet sich bei *Perca* mit weiter, bei *Cyprinus* mit engerer Mündung in das *cavum vestibuli* eine Oeffnung, die bei beiden Fischformen wesentlich nach oben und bei *Cyprinus* zugleich etwas nach vorne sieht. Der Raum hat einen geringen transversalen, einen grösseren Höhendurchmesser, er ist seitlich abgeplattet und steht mit seiner Längsaxe wie erwähnt von oben, vorne, aussen nach unten, hinten, innen, so dass also die beiden Räume nach hinten hin ziemlich stark convergiren. Im mittleren Theile erscheint der Hohlraum weiter, wie im oberen und unteren, verjüngt sich aber nach oben sehr, nach unten nur wenig und zeigt hinten, unten eine kleine Einsenkung für das Ende der Schnecke. Es ist mir nicht gelungen irgend welche sonstige Vertiefungen oder gar Oeffnungen nachzuweisen. Die innere Begrenzung des Raums steht vertical, die äussere ist entsprechend der Aussenwand vorgebuchtet. Die obere Begrenzung ist in Folge der

Oeffnung gegen das *cavum vestibuli* unvollständig, hinten breiter, als vorn, und über dieselbe weg legt sich, wie wir gesehen, das Gehirn. Bei den *Cyprinoiden* ist die Form dieser Abtheilung des *cavum vestibuli* nahezu dieselbe, wie bei *Perca* und auch von relativ derselben Grösse, allein der hintere, untere Theil erscheint höher, mehr ausgeweitet, ohne besonders hervortretendes Grübchen. Die Stellung der Längsaxe ist dieselbe wie bei *Perca*, die Hauptdifferenz liegt eben in dem Verhältnisse zum Raume der anderen Seite, von dem sie, wie wir wissen, durch das *cavum sinus imparis* getrennt ist. Ueber die Innenwand des Raums läuft vom Anfange an über die Mitte derselben von oben, vorne eine niedrige Leiste nach hinten, unten und trennt ein unteres, überall gleich hohes Feld von einem von vorn nach hinten allmählig höher werdenden, oberen. Letzteres dient zur Anlagerung der Innenwand der Schnecke, ersteres zur Anlagerung des Sacks. An der oberen Grenze der Innenwand läuft eine Naht als Grenze zwischen *occipitale basilare* und den eigentlichen Labyrinthknochen, und am hinteren Ende ist die Knochenmasse ausserordentlich dünn und hie und da wohl durch einen Knorpel ersetzt, so dass es mir oftmals vorgekommen ist, als finde sich hier eine Communicationsöffnung mit dem *cavum sinus imparis*, allein, wenn ich mich auch nicht mit voller Bestimmtheit aussprechen kann, so glaube ich doch nicht, dass eine solche unter natürlichen Verhältnissen existirt, sondern erst am trockenen Präparat oder bei unvorsichtiger Sondirung zu Stande kommt.

Nach dieser Betrachtung des Binnenraums des Gehäuses sei es mir gestattet, einen Blick auf die Modificationen desselben in der Thierreihe, die Fische als Ausgangspunkt genommen, zu werfen, da dadurch Erscheinungen erklärt werden, die wie die Mündung des knöchernen, horizontalen in den frontalen Bogengang bei den Vögeln am Punkte der stärksten Krümmung des ersteren auf den ersten Blick so viel Eigenthümliches hat. Bei den Fischen lagern also die Commissur der Bogengänge, *utriculus, sacculus* und Schnecke, sammt einem Theile des sagittalen Bogengangs, einem Theile des *recessus utriculi* und der Ampullen in einem gemeinsamen *cavum vestibuli*, während vorne und hinten, aussen Ausbuchtungen sich finden (*cavum anterius* und *posterius*), von denen ersteres den übrigen Theil des *recessus utriculi* und der zusammenstehenden Ampullen sammt einem Theile der entsprechenden Bogengänge umhüllt und oben aussen in die knöchernen Bogengänge sich fortsetzt, während letzteres den Rest der alleinstehenden Ampulle sammt einem Theile des zugehörigen Bogengangs und die Mitte des horizontalen Ganges umfasst und aussen und oben in die knöchernen Gänge des frontalen und horizontalen Bogengangs übergeht. Diese *cava* werden von den drei Labyrinthknochen gebildet. Bei den Fröschen

schreitet nun die Umschliessung von Seiten dieser Knochen und die Selbständigkeit der einzelnen Hohlräume des Labyrinthgehäuses dadurch weiter vor, dass die Knochen von oben und aussen, nach innen und unten weiter auswachsen und die dort gelegenen Theile weiter umschliessen. Es werden dadurch das *occipitale basilare* und die übrigen schon erwähnten Schädelknochen von der Umschliessung ausgeschieden. Zunächst wird von dem *prooticum* der sagittale Bogengang vollkommen umfasst, und auch die Umschliessung des frontalen von Seiten des *opistoticum* sammt dem rudimentären *epoticum* dehnt sich weiter gegen die Commissur hin aus, und diese wird von den beiden Labyrinthknochen in ihrem oberen Theile mit umhüllt, so dass dadurch ein *cavum internum* entsteht, welches nach oben, vorn und oben, hinten in die knöchernen Bogengänge übergeht. Zugleich werden vom *cavum anterius* die zusammenstehenden Ampullen und der *recessus utriculi* besser umschlossen und von dem hinteren die alleinstehende Ampulle mit dem Beginne des entsprechenden Bogengangs und der anliegenden Krümmung des horizontalen Gangs, während dann auch zugleich namentlich der vordere Hohlraum, wegen der Ausdehnung der Röhren der Bogengänge, die weit mehr in demselben zu liegen kommen, verkleinert wird. Der untere Theil der Commissur mit der Einmündung des horizontalen Bogengangs, der *utriculus, sacculus* und die Schnecke, von dem *pro-* und *opistoticum* von innen her umwachsen, bleiben dagegen in dem gemeinsamen Raume, dem *cavum inferius s. vestibuli*, liegen. Dieses Verhältniss bleibt im Wesentlichen noch bei den Reptilien, jedoch ist bei den Eidechsen wegen der gewaltigen Ausdehnung des Sacks das *cavum internum* niedriger, allein namentlich der *recessus utriculi* ist besser umschlossen wie bei den Fröschen, und bei den Schildkröten fängt auch die Schnecke an ein selbständiges *cavum* zu bilden. Bei den Vögeln sehen wir dagegen eine weit bessere Differenzirung der einzelnen knöchernen Hohlräume, namentlich was die Schnecke betrifft, die in einem eigenen *cavum* lagert, das sich bei den Reptilien als untere Spitze des *cavum vestibuli* vorfand. Die Schnecke liegt in einer selbständigen Röhre, und im *cavum vestibuli* liegt nur *sacculus* und *utriculus*, dessen *recessus*, wenn als solcher auch nicht ganz verschwunden, so doch kaum angedeutet mit in den Vorhof einbezogen ist und zwar dadurch, dass das *cavum anterius* durch die selbständige Umwachsung jeder einzelnen der zusammenstehenden Ampullen modificirt, oder wenn man will, verschwunden ist. Aehnliches ist auch mit dem *cavum posterius* der Fall, welches nur die alleinstehende Ampulle enthält, während es ja bei den Reptilien noch einen Theil des horizontalen Bogengangs umschloss, dessen Einmündung in die Commissur der verticalen Gänge auch bei den Vögeln aus dem

cavum vestibuli in das *cavum internum* durch weiteres Auswachsen desselben gerückt ist. Demnach weist die Verbindung des Lumens des horizontalen, knöchernen Bogengangs mit dem Anfangstheile des frontalen in der Nähe der alleinstehenden Ampulle, dem entsprechend auch des *cavum posterius* bei den Vögeln auf das ursprüngliche Verhalten der Einlagerung des horizontalen Ganges in das *cavum posterius* hin. Der Differenzirungsprocess beim Umwachsen von Seiten der Knochen geht also hinten am langsamsten vor sich. Diese Communication der beiden knöchernen Gänge wird dann bei den Säugethieren und dem Menschen vollkommen aufgehoben, und jetzt existiren die drei Gänge, die drei Ampullen und die Schnecke schon als Knochentheil jeder für sich, und nur *sacculus* und *utriculus* sind in einem gemeinsamen Hohlraume, dem Vorhofe, dem Ueberbleibsel der mächtig entwickelten *cavitas vestibuli* der niederen Wirbelthiere gelagert.

Was nun die innerhalb des Gehäuses gelagerten Weichtheile betrifft, so hätte ich des das Gehäuse auskleidenden Periosts, welches an der Innenwand desselben als eine Fortsetzung der *dura* ohne Beziehung zum Knochen auftritt und, wie wir gesehen, gleichsam Duplicaturen um die dort gelegenen Weichtheile bildet, nur mit wenigen Worten zu gedenken. Es ist eine relativ feine, mit Pigmentzellen durchsetzte, namentlich an den Knochen von elastischen Fasern und Gefässen durchzogene Bindegewebsmembran, in der mit Ausläufern versehene Zellelemente bald reichlicher, bald sparsamer eingesprengt sind, principiell nicht unterschieden von den homologen Membranen der übrigen Wirbelthiere. Zwischen dem Perioste und dem häutigen Gehörapparate spannt sich ein maschiges Bindegewebsnetz, welches wir so ausserordentlich mächtig bei den Schildkröten entwickelt sahen, dessen embryonale Grundlage ohne Zweifel wohl dieselbe ist, wie bei den höheren Wirbelthieren, wie ich [1]) insbesondere bei den Vögeln nachgewiesen. Es erscheint aber hier insofern modificirt, als der Inhalt der von feinen Bälkchen begrenzten Maschenräume gerade bei den von mir untersuchten Fischen ein anderer und nicht aus einer klaren lymphatischen, sondern aus einer ölartigen Flüssigkeit besteht, die ich aber nichtsdesto weniger als der Flüssigkeit des Lymphsystems zugehörig ansehen möchte, wie eine solche ja auch das *cavum cranii* erfüllt. Das Maschennetz füllt eben hier wie bei den anderen Thieren das *cavum perilymphaticum*, d. h. den Raum zwischen Gehäuse und häutigem Gehörapparat, bildet eine Hülse um diesen, wenn es sich auch nicht wie bei den Schildkröten nach aussen gegen das Periost hin mit einer

---

[1]) Entwicklung der Gewebe der häutigen Vogelschnecke. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. XVIII.

festen Membran absetzt und somit die Bildung eines inneren und äusseren *cavum perilymphaticum* verursacht, sondern denselben wie bei anderen Thieren und im embryonalen Leben der Säuger und des Menschen zu einem zusammenhängenden Maschenraume gestaltet. Ich vermag nicht anzugeben, ob an irgend welchen Stellen die Maschenräume wie bei den Eidechsen und Schildkröten besonders grosse, weite *cava* nach aussen von dem Sacke bilden, so viel ist aber sicher, dass das *cavum perilymphaticum* an einzelnen Orten, mag dasselbe wie dort aus einem oder aus vielen engen, zusammenhängenden Räumen bestehen, eine besondere Entwicklung zeigt, und ich möchte auf dieses Verhalten aus physiologischen Gründen einiges Gewicht legen. Bei den höheren Wirbelthieren, und zwar bei allen finden wir den grössten perilymphatischen Raum dort, wo das Gehörorgan in den Bereich des *foramen vestibulare* fällt, ferner in dem *cavum anterius* und *posterius* und in den Bogengängen, wo erstere als solche differenzirt, also, da mir ersteres Verhalten zunächst als das wichtigste erscheint, dort, wo die Schallwellen zuerst an das Labyrinth herantreten. Es erscheint das *cavum* hier so weit, dass man darin wohl laufende Wellen annehmen könnte, die sich dann in den vorliegenden Theil des häutigen Gehörapparates (*sacculus*) fortpflanzen, um so mehr, weil wir ja bei allen eine Oeffnung *foramen rotundum s. cochleare* besitzen, an dem die Flüssigkeit ausweichen kann. Ein *foramen vestibulare* besitzen wir bei den Fischen nicht, die Schallwellen treffen den häutigen Apparat von der Schädelober- und Aussenfläche her, und so sehen wir auch dort in der Umgebung der Commissur der Bogengänge, an diesen selbst und im *cavum anterius* und *posterius,* also da, wo die Ampullen liegen, die grössten perilymphatischen Räume, während diese an dem *utriculus,* oder gar dem Sacke und der Schnecke so gut wie verschwunden sind. Dieses bei den Fischen vorkommende Verhalten setzt sich bei den höheren Thieren, bei den Amphibien und Reptilien in dem Auftreten perilymphatischer Räume im *cavum anterius* und *posterius* fort, zugleich aber entwickelt sich ein solches am *vestibulum,* namentlich am Sacke, während dagegen bei den Säugern und Vögeln die Hohlräume an ersterer Stelle entschieden abnehmen, während sich dagegen das *cavum* im *vestibulum* und von den Vögeln an auch als die bekannten *scalae* an der Schnecke, also an der Stelle der Einfügung des Schallzuleitungsapparates der Gehörknöchelchen mehr entwickelt. Die Bindegewebsstränge des Maschenraumes sind wie erwähnt fein, lassen sich aber vor allem an den Bogengängen leicht conserviren Im *cavum anterius* und *posterius* findet sich dasselbe und somit auch der perilymphatische Raum stets oberhalb der Ampullen, an den Bogengängen an der concaven äusseren, resp. inneren Seite, an der Commissur nach aussen und

ebenso am Sacke und an der Schnecke nach aussen hin am meisten ausgedehnt.

Das häutige Gehörorgan besteht hier, wie bei allen bisher geschilderten Wirbelthierclassen aus dem Bogenapparate (Bogengänge und Ampullen), aus dem *vestibulum* (*utriculus* und *sacculus*) und aus der Schnecke, und zwar in derselben charakteristischen Lage wie bei den anderen Thieren und namentlich bei der nächstverwandten Classe der Batrachier, wenn auch, wie ich schon in meiner Abhandlung: »Bemerkungen über das Gehörorgan der Fische«[2]) geschildert, mit der Schnecke eine wesentliche Reduktion vorgegangen ist. Mit Bezug auf das Historische verweise ich auf das dort Gesagte. Der Bogenapparat, dessen Form und Lage vollkommen mit der bei den anderen Thieren gefundenen übereinstimmt, liegt am höchsten, unter demselben befindet sich der *utriculus*, und zwar dessen charakteristischer und wichtiger Bestandtheil, der *recessus utriculi* mit der *macula acustica*, auch hier in unmittelbarer Nähe der zusammenstehenden Ampullen. Nach unten und hinten von diesem der Sack mit seinem Gehörfleck und nach hinten und unten von diesem wieder die Schnecke (*cysticule* Breschet). Die Stellung der Längsaxe des gesammten Gehörapparates lässt sich, wie schon aus dem Verhalten des Raums des Gehäuses hervorgeht, nicht so einfach wie bei den höheren Thieren schildern. Wir müssen zunächst zwei Abtheilungen, den Bogenapparat und den *utriculus* einerseits, den *sacculus* und die Schnecke andererseits unterscheiden, und die Lage der Axe für jede bestimmen, denn nur so gelingt es, sich eine klare Vorstellung zu verschaffen und eine Gesammtaxe zu construiren. Die Längsaxe der oberen Abtheilung habe ich übereinstimmend von oben hinten, nach unten vorne, die der unteren von oben vorne, nach unten hinten gerichtet gefunden, beide sind also bei *Cyprinus* etwas mehr, bei *Perca* weniger gegen einander in einem nach hinten sehenden, stumpfen Winkel geknickt, und es mag das wohl mit der grösseren Selbständigkeit der beiden Abtheilungen, die grösser ist als bei allen bisher betrachteten Thieren, und mit der Mächtigkeit der selbständigen Entwicklung des *sacculus* gegenüber *utriculus* und Schnecke zusammenhängen. Ueberhaupt haben die Formverhältnisse der einzelnen Abtheilungen, wie wir schon so oft gesehen, einen bedeutenden Einfluss auf die Gesammtstellung des Gehörorgans, ohne dass damit die wesentlichen Lagebeziehungen der einzelnen Theile zu einander verändert zu sein brauchen. Sie sind es niemals.

Am Bogenapparate besitzen wir auch bei den Fischen nach vorne hin im *cavum anterius* die beiden zusammenstehenden Ampullen, die

---

[1]) Würzburger Verhandlungen, 1868.

horizontale und die sagittale (Fig. 1 *f g*, Fig. 2 *k l*, Fig. 4 *a f*, Fig. 11 *a*), letztere nach vorne und etwas nach oben von ersterer gelegen, hinten dagegen im *cavum posterius* die alleinstehende frontale (Fig. 1 *e*, Fig. 2 *b*, Fig. 3 *d*, Fig. 11 *c*), die ein wenig tiefer liegt, wie die beiden anderen und zwischen ihnen ausgespannt der *utriculus* (Fig. 3 *i*) von oben vorne, nach unten hinten sich erstreckend und vorne die Ausweitung des *recessus utriculi* (Fig. 2 *h*, Fig. 3 *i*, Fig. 4 *d*, Fig. 11 *b*) zeigend. Ueber die Ampullen schlagen sich die drei Bogengänge, der horizontale (Fig. 1 *c*, 3 *c*), sagittale (Fig. 1 *d*, Fig. 3 *b*) und frontale (Fig. 1 *b*, Fig. 3 *a*), von denen auch bei den Fischen der erste sich am wenigsten, der zweite am meisten aus der entsprechenden Ebene entfernt. Die Bogengänge haben innerhalb ihres Gehäuses eine vollkommen excentrische Lage, und zwar liegen sie mit ihrer Convexität dem Knochen an, stehen dagegen an der concaven Seite weit vom Knochen ab. Hier ist demnach auch das bindegewebige Maschennetz am meisten ausgedehnt, gerade wie wir es auch bei den Schildkröten sehen. Die Länge ist nicht an allen die gleiche. Durchstehend erscheint mir der horizontale Gang am längsten, und ihm folgt der sagittale. Der frontale erscheint stets am kürzesten, und so finden wir dann die Commissur der verticalen Bogengänge weit nach hinten ragend und dann nach Aufnahme des horizontalen Bogengangs nach vorne unten verlaufend, auch hier unter einem rechten Winkel (Fig. 3 *h*, Fig. 1 *i*), in den hinteren Theil des eigentlichen *utriculus* von oben her münden. Der horizontale Bogengang erweitert sich an seiner Einmündung am unteren Commissurende trichterförmig und öffnet sich an der Vorderseite, wie ich es auch an anderen Wirbelthieren beobachtet, vielleicht mit der physiologischen Consequenz, dass auf diese Weise der Strom durch den Mangel der Anlagerung am Knochen oder an mehr oder minder unnachgiebige Theile, dagegen durch die Lagerung gegen das *cavum perilymphaticum* hin keine Hindernisse erfährt, sondern ungeschwächt in die Commissur eintreten kann. Die Commissur der Gänge erreicht oben fast die Mittellinie des Schädels, und ist somit zugleich von oben innen, nach unten und aussen gerichtet und dem der anderen Seite ausserordentlich genähert, ein Verhalten, auf welches ich nachher noch zu sprechen komme.

Der *utriculus*, dessen Stellung von oben vorne, nach unten hinten innerhalb des *cavum vestibuli* zwischen dem *cavum anterius* und *posterius* und oberhalb der knöchern umschlossenen Raumabtheilung ich schon erwähnt, erscheint nicht so lang ausgedehnt (Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3) wie bei den Fröschen oder den Reptilien, namentlich den Eidechsen, sondern ist kürzer, allein ebenso wie bei diesen in zwei Abtheilungen, dem *recessus utriculi* und den eigentlichen *utriculus* zerfallen. Bei *Perca*

und *Gadus* und *Pleuronectes* (Fig. 2 *h*) nimmt ersterer etwa die Hälfte, bei *Cyprinus* dagegen (Fig. 3 *i*) etwa $^2/_3$ des gesammten *utriculus* ein und erscheint als eine nach vorn, unterhalb der zusammenliegenden Ampullen gelegene, kuglige Blase. In den eigentlichen *utriculus* hinten, oben münden wie erwähnt die vereinigten Bogengänge (Fig. 2 *n*). Von hinten her, unterhalb des Endes des horizontalen Gangs senkt sich eine kurze Röhre ein, die auch bei den Fischen der alleinstehenden Ampulle angehört, und gerade gegenüber der Bogengangmündung findet sich die bei *Perca* (Fig. 1) weitere, bei *Cyprinus* (Fig. 3 *k*) ausserordentlich enge Communication mit dem *sacculus* (Fig. 1 u. 3 *l*).

Dieser zeigt bei *Perca*, *Gadus* und *Pleuronectes* (Fig. 2 *g*) eine grosse Ausdehnung und ist nicht wie bei den höheren Thieren kuglig, sondern nach hinten, unten in die Länge gezogen und dieser Umstand, in Verbindung mit der Eigestalt des Sacks, bedingt die Abweichung der Axe des unteren Theils des Gehörapparates gegenüber der des oberen. Der Sack ist vom *utriculus* durch eine tiefe Einschnürung abgesetzt, unterhalb desselben gelegen und erstreckt sich mit seiner Spitze unter den *recessus* nur wenig über denselben hinaus nach oben, vorne, seine Hauptmasse liegt von demselben nach unten, hinten. Bei *Cyprinus* ist die Selbständigkeit des Sacks gegenüber dem *utriculus* noch grösser, wenn derselbe auch ausserordentlich viel geringfügiger, als eine feine, cylindrische Röhre erscheint, und hängt gleichsam nur mittelst eines Fadens mit demselben zusammen. Er erstreckt sich ebenfalls nicht weit über den stark entwickelten *recessus* nach vorn oben, dagegen von demselben weit nach hinten unten unter der alleinstehenden Ampulle in die untere, knöchern umschlossene Abtheilung des *cavum vestibuli* hinein.

Am unteren, hinteren Ende des Sacks, an der Basis desselben zeigt sich bei *Perca* (Fig. 1 *k*) ein kleines, halbkugliges, etwas nach oben gelagertes Bläschen, die Schnecke, die nur durch eine schwache Einschnürung vom Sacke abgesetzt, weit mit demselben communicirt, ohne dass es zur Bildung eines eigenen *canalis reuniens* kommt. Bei *Pleuronectes* erscheint dieselbe nach Art einer phrygischen Mütze etwas nach unten hin übergebogen. Bei *Cyprinus* (Fig. 3 *n*) gewinnt sie gegenüber dem cylindrischen Sacke eine mächtige Ausdehnung, ohne dabei im Wesentlichen ihre Lage zu demselben zu ändern. Sie findet sich auch hier wesentlich unten, hinten vom Sacke, unterhalb und nach hinten von der alleinstehenden Ampulle, allein sie wächst zu einem grossen, im transversalen Durchmesser abgeplatteten Gebilde aus, das sich von dem Sacke namentlich nach oben hin ausdehnt und den überwiegendsten Theil der äusseren Labyrinthabtheilung bildet, so dass eigentlich bei diesen Thieren der Sack nur einen Appendix der

Schnecke bildet. Im Gegensatz nun zu *Perca* erscheint die Communication zwischen Sack und Schnecke bei *Cyprinus* enge (Fig. 3 *m*), ohne dass dabei diese beiden Theile gegen einander besonders abgeschnürt, selbständig erscheinen. Die Formverhältnisse sind so eigenthümlicher Art, dass erst ausgedehnte, vergleichend anatomische Untersuchungen einem über die morphologische Bedeutung derselben Aufklärung verschaffen.

Schon aus dieser kurzen Schilderung der Lageverhältnisse der einzelnen Theile ist ersichtlich, dass dieselben ein Vorbild der bei den höheren Thieren vorkommenden darstellen, dass nur quantitative, keine qualitativen Unterschiede sich finden, und das gilt auch mit Bezug auf die Lage der im *cavum vestibulare* gelagerten Theile, mit Bezug auf die grösstentheils häutige Innenwand. Sie liegen derselben an, wie bei den übrigen Wirbelthieren und lassen zwischen sich und der Aussenwand einen Raum, das *cavum perilymphaticum*, das freilich geringfügiger wie bei den mit einem *foramen vestibulare* versehenen Thieren, doch immer nachweisbar vorhanden ist. Dieselbe Uebereinstimmung findet sich auch mit Bezug auf die gröberen Verhältnisse der Nerven. Der *nervus acusticus* durchbricht die membranöse Innenwand im unteren Theile und theilt sich dann in zwei Zweige, einen vorderen, den *ramus vestibularis*, und einen hinteren, den *cochlearis* (Fig. 2), der gerade so wie bei den Batrachiern den Sack, die Schnecke und die alleinstehende Ampulle versorgt, während ersterer zu den zusammenstehenden Ampullen und zu dem *recessus utriculi* verläuft. Die Trennung in diese beiden Aeste ist freilich (Fig. 2) bei vielen Fischen nicht scharf und bestimmt ausgeprägt, sondern oftmals erscheint der zum Sack gehörende mehr selbständig, so dass sich dann gleichsam ein mittlerer Nerv hinzugesellt, der immerhin innigere Beziehungen zum hinteren, wie zum vorderen Aste besitzt. Für diese Zweitheilung des Nerven auch bei anderen als den hier aufgeführten Fischen sprechen auch die zahlreichen Abbildungen, vor allen Dingen Breschet's[1] und die Beschreibung E. H. Weber's[2].

Wenden wir uns nun zu der speciellen Betrachtung der einzelnen Abtheilungen des häutigen Gehörorgans, und zunächst des Bogenapparates, so finden wir, was die Bogengänge betrifft, dass dieselben eine starre, dicke und elastische Wandung besitzen, die sich wie bei den anderen Wirbelthieren ziemlich plötzlich in der Nähe der Commissur verdünnt und häutig wird, während sie dagegen am Ampullenende den grössten Durchmesser hat. Der horizontale Gang verläuft aus der entsprechenden Ebene von vorne oben, nach hinten unten in S-förmiger Krümmung, nach vorne von dem Beginne des frontalen Gangs und dem Dache

[1]) l. c. [2]) l. c.

der alleinstehenden Ampulle, ohne sich über das Niveau des ersteren nach hinten zu erstrecken, nach innen, um nach aussen von dem unteren Ende der Commissur, vorne umgebogen mit erweiterter trichterförmiger Mündung sich in dieselbe unter einem rechten Winkel zu öffnen (Fig. 1 *i*, Fig. 3 *h*). Er erscheint, wie überhaupt die Bogengänge, bei *Perca* kürzer, als bei *Cyprinus*. Der sagittale, am meisten aus der Ebene weichende Gang verläuft wie der horizontale über das Dach der entsprechenden Ampulle von vorne, unten, aussen nach innen, hinten, oben, um nahe der Mittellinie des Schädeldachs nach unten umgebogen (Fig. 1 *d*) mit dem frontalen sich zu vereinigen, welcher, ebenfalls über das Dach der Ampülle sich hinüberschlagend, länger und weniger aus der entsprechenden Ebene weichend von unten, aussen und etwas hinten, nach oben, innen und etwas nach vorne verläuft, um dann mit dem anderen verticalen zunächst die Commissur zu bilden. Ein ungleichmässiges Caliber der Gänge habe ich nicht nachzuweisen vermocht, sie erscheinen hier wie bei allen Wirbelthieren gleich an Durchmesser. Umgeben ist jede Röhre von dem ölgetränkten Gallertgewebe und von einem weiten Gefässnetze, das sich jedoch namentlich nach Erhärtung der Theile in grossen Fetzen abziehen lässt. Aehnlich wie bei den Schildkröten, wo ich dieses Verhältniss besonders beschrieben, verläuft auch bei den Fischen über die Mitte der Concavität der Gänge (Fig. 1) durch die Wandung durchschimmernd ein dunkler Streifen, der sich gegen die Commissur hin verliert, dagegen sich continuirlich auf das Dach der Ampullen fortsetzt, eine Art *raphe*, die entschieden dieselbe entwicklungsgeschichtliche Bedeutung hat, wie bei den übrigen Wirbelthieren, bei denen sie auch entweder mit blossem Auge oder durch das Mikroskop nachweisbar auftritt.

Der Bau der Gänge zeigt dieselben Eigenthümlichkeiten, die ich schon bei den anderen Thierclassen so oft geschildert, mit mehr oder minder unwesentlichen Abweichungen. Es sind cylindrische Röhren, deren Lumen (Fig. 5) auf dem Querschnitt mir in den meisten Fällen als beinahe kreisrund mit einer geringen Abplattung an der concaven Seite, welche an das Verhalten bei den Schildkröten erinnerte, erschien. Wir haben dieselben drei Elemente, den Spindelknorpel (Fig. 5 *d*) der Wand, den cuticularen, homogenen Basalsaum (Fig. 5 *b*) und das Epithel (Fig. 5 *a*) zu unterscheiden. Die Wandung erscheint an der concaven Seite beträchtlich verdickt (Fig 5), in der Nähe der gegenüberstehenden convexen am dünnsten. Die Aussenfläche der Knorpelsubstanz erschien in den meisten Fällen etwas rauh, herrührend von dem Ansatze des gallertigen Bindegewebes, selten glatt, und in solchen Fällen konnte man hie und da zusammenhängende Lagen von Zellen unterscheiden, die dem Umhüllungsgewebe

angehörend, leicht ein wirkliches Epithel im Sinne von Rüdinger vortäuschen konnten (Fig. 5 *e*). Eine Abweichung machte sich gegenüber den Gängen der bisher betrachteten Wirbelthiere dahin geltend, dass die Gefässe sich nicht bloss auf die Oberfläche beschränkten, sondern auch, namentlich an der concaven Seite ins Innere der Knorpelwand drangen (Fig. 5 *c*) und in deren Substanz ausgegrabene, längsverlaufende Canälchen bildeten, an denen ich hie und da Wandungsepithel, zur Classe der *epithelia spuria* wie die an der Knorpelaussenfläche gehörig, beobachtete. Die Spindelzellen des Knorpels, dessen Grundsubstanz auch hier homogen, zeigen in der ganzen Röhre keine besondere Anordnung, sie sind durch einander geworfen, zeigen aber im Ganzen mit ihren langen Ausläufern eine zum Lumen concentrische Anordnung. Der cuticulare Basalsaum kleidet in ganz gleichmässiger Dicke das Lumen der Knorpelröhren aus, ist zart, stark lichtbrechend, doppelt contourirt, ohne bei den mir zu Gebote stehenden Vergrösserungen eine Andeutung von Streifung als Ausdruck schichtenweiser Ablagerung zu zeigen. Vielleicht werden stärkere Systeme eine solche zu Tage fördern. Das Epithel ist das bekannte schöne, polygonale Pflasterepithel (Fig. 7, Fig, 5 *a*, Fig. 6 *a*), dessen Protoplasma wenig granulirt erscheint, und dessen Kerne im Grunde und in der Mitte der Zellen gelagert sind. Die Zellgrenzen sind sehr zart, und eine besondere Membran ist nicht nachweisbar. Gegen die Concavität, gegen den dunklen Streifen der *raphe* (Fig. 6 *b*) ändert bei den Teleostiern wie bei den anderen Wirbelthieren das Epithel seinen Charakter allmählig dadurch (Fig. 5), dass es höher wird, und dass die Zellen an Durchmesser abnehmen. Sie sind in der Mitte der *raphe* am höchsten und haben dort zugleich den geringsten Durchmesser. Die polygonalen Pflasterzellen werden kleiner, unregelmässiger, der Kern oft etwas spindelförmig und schliesslich haben wir in der Mitte vollkommen runde, niedrige Cylinder mit rundlichem Kern, der fast den ganzen Querschnitt der Zelle im Grunde ausfüllt. In einer Abhandlung: »Vergleichend anatomische Studien über das häutige Labyrinth«[1]) erwähnt Rüdinger eines Befundes, namentlich beim Hecht, an den er vorläufig weitergehende Anschauungen in vergleichend anatomischer Beziehung knüpft. Innerhalb des knorpligen Bogengangs nahm er ein feines, häutiges Canälchen wahr, welches, den vierten oder fünften Theil des Binnenraums einnehmend, excentrisch lag und ein polygonales Pflasterepithel zeigte. Dieses Canälchen ist er geneigt mit den eigentlichen häutigen Bogengängen der höheren Wirbelthiere zu homologisiren und den knorpligen der Fische mit dem knöchernen der

[1]) Monatsschrift für Ohrenheilkunde, 1867, Nr. 2.

höheren Thiere. Ich habe nie etwas dem Beschriebenen Aehnliches gesehen, allein mir hat auch kein Untersuchungsmaterial an Hechten zu Gebote gestanden. Was Rüdinger vorgelegen, vermag ich nur zu vermuthen, und zwar auf Grundlage des Befundes, dass sich das Epithel der Bogengänge ausserordentlich leicht in zusammenhängender Lage vom Knorpel löst. Die die Zellen verbindende Kittsubstanz muss also eine ziemlich feste sein, und es ist mir nicht unwahrscheinlich, dass eine solche losgelöste Epithelialröhre Rüdinger seinen häutigen Gang vorgetäuscht hat. Bei allen Fischen, die ich untersucht, findet sich nie eine zweite Röhre in der knorpligen und ich glaube um so mehr, da Rüdinger die Ansicht als eine vorläufige hingestellt, für die er durch spätere Untersuchungen noch weitere Stützen beizubringen hofft, dass hier ein Kunstprodukt vorgelegen, und dass ausgedehntere Beobachtungen den geehrten Forscher zu den oben geäusserten Anschauungen führen werden, die vollkommen mit denen übereinstimmen, die man bisher über die Gebilde gehabt, und die vergleichend anatomisch allein verwerthbar, da sonst nicht einzusehen, wo das Homologon der auch bei den Fischen vorhandenen knöchernen Bogengänge liegen sollte.

Die Commissur der Bogengänge ist, wie schon erwähnt, häutig und ein von aussen nach innen etwas abgeplatteter, auf dem Querschnitt ovaler Cylinder, der sich unten an der Einmündung des horizontalen Ganges etwas erweitert (Fig. 2 *a*) und aussen oben in den eigentlichen *utriculus* mündet, während sich der horizontale Gang, wie bekannt, weit an der Mitte der Aussenfläche öffnet. Die Wand der Röhre geht aus dem Gewebe des knorpligen Bogengangs durch Abnahme der Intercellularsubstanz und Sparsamerwerden der eingestreuten spindelförmigen Zellelemente hervor. Der Basalsaum dagegen bleibt, ebenso die Pflasterepithelbekleidung, mit dem Unterschiede jedoch, dass sie hier wie bei den Schildkröten oft eine wirtelförmige Anordnung durch zwischengelagerte kleinere, mehr spindelförmige Elemente zeigt, vor allem aber, dass die Zellen gewöhnlich stärker granulirt, dunkler erscheinen. Eine sehr interessante Eigenthümlichkeit zeigt *Perca* constant, *Cyprinus*, wie Dr. Clason gefunden, zuweilen. Oben, innen, dort, wo die verticalen Gänge sich vereinigen, jedoch dem sagittalen Gange gewöhnlich mehr als dem frontalen genähert, erhebt sich aus der Commissur (Fig. 1 *a*, Fig. 19 *b*) ein kleiner, hohler, kegelförmiger, spitz auslaufender, blindgeschlossener Anhang, welcher dem knöchernen Schädeldache ansteht und fast die Mittellinie erreicht. Breschet hat denselben auch von *Squalus canicula* und von *Perca labrax* gezeichnet. Diese zeigt dieselbe Pflasterepithelauskleidung wie die Commissur und ist durch eine ringförmig herumgehende Firste und eine ihr ent-

sprechende seichte Einschnürung von der Commissur abgesetzt. Die Wandung besitzt eine zwischen der des Knorpels der Bogengänge und der Wand der Commissur in der Mitte stehende Consistenz. Dieser kleine Blindsack, *appendix commissurae*, hat einmal mit Rücksicht auf das bei den *Clupeiden* vorkommende, von E. H. Weber und Breschet geschilderte und abgebildete Verhalten, dann aber noch mit Bezug auf die bei den Plagiostomen vorkommende bleibende Bildung des vom *vestibulum* ausgehenden *recessus labyrinthi* mein lebhaftestes Interesse erregt. Bei den *Clupeiden* kommt eine Verbindung der beiden Labyrinthe am Dache des Schädels zwischen den oberen Enden der beiden Commissuren zu Stande, und ich bin sehr geneigt auch aus noch später zu erörternden Gründen dieses bei *Perca* und *Cyprinus* vorhandene Gebilde mit der Communicationsröhre bei *Clupea* an derselben Stelle zu homologisiren. Es müssten dann zu irgend einer Periode der Entwicklung durch die rasche Ausbildung die beiden Labyrinthe oben mit einander in Berührung kommen und sich durch Dehiscenz, durch Verflüssigung der an einander liegenden Zellgebilde in einander öffnen. Diese Verbindung würde darauf beim Wachsthume des Schädelraums in die Breite zu einer Röhre ausgezogen, die plötzlich bei beinahe vollendetem Wachsthume des Labyrinths und bei noch wachsender Breite des *cavum cranii* in der Mitte sich trennte und zu beiden Seiten blindgeschlossen endete. Die beiden Hälften könnten sich dann bis zum erwachsenen Zustande noch weiter, wie zu einer früheren Periode von einander entfernen. Denkbar wäre es noch, dass man es mit einem Ueberbleibsel des *recessus labyrinthi* zu thun hätte, der an der Innenwand der Commissur zur Schädeloberfläche aus dem *vestibulum* emporsteigt. Dann müsste man aber eine Verschmelzung desselben mit der Commissur im unteren Theile bis zum Vorhof hinunter annehmen und ein Persistiren einzig und allein am oberen Commissurende, von der er sonst niemals ausgeht und ausgehen kann, allein diese Annahme, wenn sie auch nicht ganz verwerflich, scheint mir so complicirte Bildungsvorgänge zu erfordern, dass mir die erstere Annahme natürlicher und ungezwungener erscheint. Die Entwicklungsgeschichte wird über die Richtigkeit der einen oder der anderen Annahme entscheiden, und ich denke, die Frage ist vergleichend anatomisch interessant genug, um eine baldige Lösung als wünschenswerth erscheinen zu lassen. Gleichzeitig wäre dann auch entwicklungsgeschichtlich die Art und Weise der Bildung der oberen Communication der Labyrinthe festzustellen und namentlich die Wechselbeziehung derselben zu dem Modus der Bildung, namentlich des Schädelraums und der Schädelknochen, besonders auch, da wir bei keiner anderen Wirbelthierclasse eine offene Verbindung der beiden Labyrinthe auftreten sehen, ein Verhältniss, das am Ende

auch in physiologischer Beziehung eine erhebliche Bedeutung haben möchte.

Die drei Ampullen liegen in derselben Ebene, wie ihre Bogengänge und besitzen dieselbe Gestalt, wie bei den übrigen bisher betrachteten Wirbelthieren. Sie haben ein gewölbtes Dach und einen planen oder leicht einzogenen Boden; der Boden der sagittalen Ampulle (Fig. 1 *f*, Fig. 2 *k*, Fig. 4 *f*) sieht nach unten, vorne und aussen, das Dach derselben nach oben, hinten, innen. Der Boden der horizontalen (Fig. 1 *g*, Fig. 2 *l*, Fig. 3 *e*, Fig. 4 *a*) kehrt nach vorn, aussen und oben, der Boden nach hinten, innen und unten, der Boden der frontalen (Fig. 1 *e*, Fig. 2 *b*, Fig. 3 *d*) nach unten, hinten und aussen, das Dach nach innen, vorne und oben. Alle drei sind am Ende des Dachs durch zwei Einschnürungen, durch eine tiefere von den Bogengängen, durch eine seichtere vom *utriculus* abgetrennt, welche beide sich als niedrige Leisten auf der Innenfläche markiren. Ausserdem erscheinen auch bei den Fischen die zusammenstehenden Ampullen durch eine tiefe Incisur an der Oberfläche von einander getrennt. Der Boden der verticalen Ampullen hat in der Mitte eine tiefere, nach den Seitenflächen sich verflachende, quere Einziehung, während dieselbe an der horizontalen flachen und nur an der oberen Seitenwand wie bei den anderen Wirbelthieren auftritt. Die zusammenstehenden Ampullen sitzen fast unmittelbar dem *recessus utriculi* auf, dagegen verbindet sich die alleinstehende, wie erwähnt, durch eine kurze nach abwärts convexe Röhre, die auch den anderen Wirbelthieren nicht fehlt und, wie wir gesehen haben, hinten in den eigentlichen *utriculus* mündet. Die beiden zusammenstehenden Ampullen münden zunächst in eine gemeinschaftliche, ausserordentlich kurze, aber weite Röhre, die auch bei den anderen Classen vorhanden, und die oben am längsten durch eine rings herumgehende, oben flachere, unten tiefere Incisur, der eine Leiste in dem Lumen entspricht, von dem *recessus utriculi*, in den sie mündet, abgesetzt ist. Die Oeffnung findet sich oben vorne. An dem Boden der verticalen und an den anstossenden Theilen der Seitenflächen, an der horizontalen, hauptsächlich an der oberen Seitenwand, nur wenig am Boden durchschimmernd, der queren Einziehung entsprechend, sieht man eine Leiste, die *crista acustica*, und am Ende derselben, an beiden Seitenwänden der verticalen, an der oberen der horizontalen Ampulle bemerkt man einen dunklen, hufeisenförmig gekrümmten Fleck, das *planum semilunatum*, und über die Mitte der Höhe des Dachs verlaufend die Fortsetzung der *raphe* der Bogengänge, die sich gegen das Utricularende der Ampullen hin verliert. Die Art des Herantretens der Nervenzweige ist dieselbe wie bei den höheren Wirbelthieren. Der *ramus vestibularis*, nach vorn und aussen verlaufend, tritt an die untere

Fläche des *recessus utriculi* (Fig. 2 *h*, Fig. 4 *c*) nach vorne oben von dem Sack und theilt sich dann in Zweige, von denen der grösste Theil auf später zu beschreibende Weise an der Wand des *recessus utriculi* sich verliert, während zwei andere (Fig. 4 *b*, *e*) den *recessus* gleichsam umfassend, der eine nach oben, aussen und vorne zur Einziehung der sagittalen Ampulle (Fig. 2 *k*), der andere an der Aussenwand nach oben, aussen (Fig. 4 *b*) gegen den Boden der horizontalen Ampulle verläuft. Der erste Ast theilt sich in zwei symmetrische Zweige und einige feinere, zwischen denselben gelegene, mit denen er in die Einziehung tritt und gegen die Seitenflächen fächerartig ausstrahlt, während der letztere schlingenförmig über die Einziehung am Boden der horizontalen dünne Zweige abgebend gegen die Seitenwand verläuft, um sich hier ohne gröbere Theilung zu verlieren. Der Nerv für die frontale Ampulle (Fig. 2 *c*), aus dem Schneckenast stammend, kreuzt die Innenwand des Sacks und läuft nach hinten, oben, aussen gegen die Einziehung, etwas seitlich von der Mitte derselben wie auch bei anderen Thieren (Fig. 12 *a*) und verbreitet sich hier auf ähnliche Weise wie an der sagittalen. Er theilt sich ebenfalls in zwei seitliche, aber nicht ganz symmetrische und mittlere feine Zweigchen und ve liert sich an den Seitenwänden. Beiläufig erwähnen möchte ich noch, dass wie bei den übrigen Wirbelthieren, so auch bei den Fischen die horizontale Ampulle etwas gedrungener, kürzer, wie die beiden anderen erscheint.

Das Dach der Ampullen zeigt mit denen der höheren Wirbelthiere vollkommen übereinstimmende Verhältnisse, die auch hier wieder für die gleichen Entwicklungsvorgänge Zeugniss ablegeu. Die dicke, elastische, wenig nachgiebige Wand nimmt von der Seitenfläche bis gegen die Mitte desselben immer mehr an Durchmesser zu (Fig. 8), von da jedoch einerseits gegen die Bogengänge, andererseits gegen den *utriculus* immer mehr ab. Die ganze Aussenfläche der Wand ist von dem gallertartigen Gewebe, welches sich ziemlich leicht von der Oberfläche abziehen lässt und zugleich von Gefässen umsponnen, die jedoch nicht bloss der Aussenwand auflagern, sondern auch, wie in den Bogengängen, als in die Substanz ausgegrabene (Fig. 8 *c*), von einem niedrigen Epithel bekleidete und im Wesentlichen der Längsaxe parallele Canälchen erscheinen. Wir haben es auch hier wieder mit der Spindelknorpelmasse (Fig. 8) der Bogengänge zu thun, deren Zellen ziemlich unregelmässig durch einander gelagert, im grossen Ganzen jedoch eine rings um die Ampulle verlaufende Richtung zeigen. Gegen den Binnenraum sehen wir auch hier, wie in den Bogengängen, eine feine Basalmembran auftreten und auf derselben als Fortsetzung des Epithels der Gänge (Fig. 8 *b*), seitlich von der Mitte des Dachs das einfache, niedrige, helle, unregelmässig polygonale, grosse Pflasterepithel mit dunklen, runden Kernen,

welches gegen die Mitte hin allmählig höher werdend, hier einem dunklen Zellstreifen Platz macht, der als *raphe* durchschimmert und sich auf die Concavität der Bogengänge fortsetzt. Es sind die niedrigen, cylindrischen Dachzellen (Fig. 8 *a*), die in der Mitte am höchsten, zuweilen auch gegen diese geneigt erscheinen. Sie sind rundlich, haben helles Protoplasma. Der rundliche Kern liegt im Grunde und füllt den Querschnitt der Zellen ganz aus. Mit Bezug auf den allmähligen Uebergang zu den Pflasterzellen gilt dasselbe, was von den Bogengängen galt. An der Mitte der Seitenwände der verticalen Ampullen und an der oberen der horizontalen, wo sich auch die Knorpelwand von den Bogengängen her verdickt, finden wir abermals eine Veränderung des Epithels (*planum semilunatum*) (Fig. 9 *b*), welches, wie wir gesehen, am Ende der *crista acustica* durch die Wand als dunkler Fleck schimmert. Das Pflasterepithel wird auch hier allmählig höher (Fig. 10 *a*), zu gleicher Zeit bleibt dasselbe nicht polygonal, sondern erscheint mit rundlichen Zellen (Fig. 9 *a*), und an dem Umfange des Endes der Gehörleiste haben wir dann ausserordentlich hohe, glashelle, wenig granulirte Cylinder, deren Kerne sich aus dem Grunde erheben, rundlich oder oval erscheinen und oftmals, namentlich an den längsten Zellen in der Mitte derselben sich befinden. Zwischen diesen finden wir keine anderen Elemente, wie z. B. bei den Schildkröten und den Vögeln. Die Spindelzellen des Knorpels erscheinen dichter zusammengedrängt, die Intercellularsubstanz demnach weniger ausgedehnt. Zugleich bekommen die Zellen oft ein rundliches Aussehen. Der Boden der Ampulle, der sich mit Bezug auf seine Wand durch keine besonders charakterischen Merkmale auszeichnet, zeigt dagegen eine Modification der Epithelbekleidung, die uns bei den Vögeln und in etwas anderer Form auch bei den Fröschen eingehender beschäftigte, und auf die zuerst M. Schultze besonders aufmerksam gemacht und die er gut beschrieben. Es sind seine Pigmentzellen mit sternförmigem Querschnitt, meine flaschenförmigen Pigmentzellen, die hier ähnlich wie bei den Vögeln sowohl im Bogengange, als im Utriculartheil der Ampulle auftreten, während sie sich bei den Fröschen nur als etwas dunkler granulirte, gelbliche, pigmentirte Pflasterzellen zu einem rundlichen Flecke anhäufen. Sie liegen vereinzelt oder zu mannigfach gestalteten, dunklen Gruppen vereinigt zwischen den etwas höher gewordenen hellen, polygonalen Pflasterzellen (Fig. 13) eingesprengt. Sie haben die allerverschiedenste Grösse und namentlich dann, wenn sie allein stehen, erscheinen sie eckig mit langen Ausläufern. Die Zellgruppen hängen oft unter einander zusammen, wie es auch Hartmann zeichnet, und umschliessen somit Inseln der Pflasterzellen. Die einzelnen Zellen sind ausserordentlich dunkel granulirt, gelblich und in der Mitte (Fig. 22 *A B C*) flaschenförmig ausgebaucht.

Der rundliche Kern derselben liegt gewöhnlich nicht im Grunde der Zellen, sondern erscheint mehr in der Mitte derselben. Natürlich werden wegen der Flaschenform die zwischen ihnen gelegenen Pflasterzellen (Fig. 22 *Aa*) in ihren protoplasmatischen Körpern an der entsprechenden Stelle eingezogen erscheinen. So gross wie M. SCHULTZE dieselben von den Plagiostomen zeichnet, habe ich sie bei den von mir untersuchten Thieren nicht gesehen. Möglich, dass HARTMANN Recht hat, dass diese grossen Zellen mit sternförmigem Querschnitte sich in Zellgruppen auflösen lassen, wodurch dann eine grössere Uebereinstimmung mit dem Verhalten bei den Teleostiern zu Wege gebracht würde.

Die *crista acustica*, deren erste, eingehendere und fruchtbringende, namentlich histologische Beschreibung wir vor allem den ausgezeichneten Untersuchungen M. SCHULTZE's [1]) verdanken, dessen Aufstellungen durch meine Untersuchungen, wenn auch modificirt, doch nicht so umgestaltet erscheinen, dass sich nicht ein Anklang herausfinden liesse, der Hoffnung gibt, dass bei erneuerter Untersuchung sich eine völlige Uebereinstimmung erzielen lassen wird, erscheint, worauf schon die verschiedenen Verhältnisse der herantretenden Nervenäste und das Aussehen der durchschimmernden Theile hindeuteten, wie bei den anderen Wirbelthieren verschieden in der verticalen und in der horizontalen Ampulle. Die Gehörleiste erscheint im Wesentlichen in derselben Form wie bei den Fröschen, den Schildkröten, den Säugern und den Menschen, ohne die mittleren seitlichen Ausläufer wie bei Eidechsen und Vögeln, die derselben eine Kreuzgestalt geben, und zwar symmetrisch mit Bezug auf die Medianebene der Ampullen in den verticalen, asymmetrisch mit Bezug auf dieselbe in der horizontalen. Bei den verticalen (Fig. 11) erscheint sie in der Mitte des Bodens am höchsten und dacht sich von da an nach beiden Seiten allmählig ab, steigt ein wenig an den Seitenwänden empor und verliert sich etwas verbreitert und abgerundet endend in der Wand, umgeben von der Zellmasse des *planum semilunatum*. Sie geht nicht höher an der einen Seitenwand, als an der anderen empor. In der horizontalen erscheint dieselbe zungenförmig, erhebt sich am Boden am höchsten und erscheint schmal an der oberen Seitenwand, an der sie hoch emporsteigt, während sie dagegen nur bis zur Grenze der unteren sich erstreckt. Sie verflacht sich und endet breit, abgerundet. Ihre Erhebung entspricht den tiefsten Stellen der queren Einziehung, in die der Nerv hineintritt, und diese finden sich ja auch an der Mitte des Bodens der Ampullen und verschwinden nach den Seiten hin allmählig. Bei keinem höheren Thiere

[1]) l. c.

erscheint die *crista* so hoch und im Ganzen auf dem Querschnitte so schmal, wie bei den Fischen (Fig. 13). Sie füllt in der Mitte an der Stelle der höchsten Erhebung mindestens zwei Drittel der Höhe des Binnenraums aus, liegt also dem Dache ausserordentlich nahe, und das gilt namentlich für die verticalen, während die Höhe der horizontalen lange nicht so beträchtlich erscheint. Die gegen den Boden hin abfallenden Wände der Gehörleiste stehen senkrecht (Fig. 13), so dass die *crista* eigentlich überall den gleichen Durchmesser besitzen sollte, allein das ist doch nicht ganz der Fall. Unterhalb des oberen stark abgerundeten Kamms, entweder nahe unterhalb desselben, oder mehr dem Boden genähert (ich habe dafür keine bestimmte Regel auffinden können, obgleich ersteres Verhalten überwiegend), buchtet sich die Masse der Leiste wulstartig vor (Fig. 12 *c*), so dass bei der Flächenbetrachtung zu beiden Seiten des als dunkler Streifen (Fig. 12 *b*) sich darstellenden Kamms Ausbiegungen sich finden, die in der Mitte am stärksten ausgeprägt, nach den Seitenwandungen der Ampullen hin allmählig verschwinden. An der Basis des gewölbten Endes der Leiste findet sich constant eine Einziehung (Fig.4 *d*), eine Furche, eine Art Falz, wie SCHULTZE sich ausdrückt, in den sich das Epithel des Kammes, das Nervenepithel hineinlegt. Ich habe ihn bei den Teleostiern nie vermisst, und so scheint er also ein gemeinsames Charakteristicum für die beiden grossen Abtheilungen der Fische zu sein, und wird auch wohl den Ganoiden nicht fehlen.

Die Spindelknorpelmasse der *crista* (Fig. 13, 14, 16) zeigt mit Bezug auf die Zellen eine etwas andere Anordnung wie in den übrigen Theilen der Ampullen. Auf dem Querschnitte zeigt sich oft eine feine, von den Seiten gegen das Centrum hin gehende Streifung, die aber nicht der Ausdruck einer Faserung der *crista* ist, sondern von der Stellung der Spindelzellen in parallelen, über einander liegenden Reihen herrührt, und somit fällt im Allgemeinen die Längsaxe der Zellen mit ihren Ausläufern mit den Queraxen der Gehörleiste zusammen. Die Oberfläche, die auch hier mit der cuticularen Basalmembran, der HARTMANN, wie es richtig, einen Durchmesser von 0,004^{mm} zuschreibt, versehen ist, erscheint oft etwas zerklüftet, wie mit Warzen besetzt. Es finden sich nicht bloss an den Seitenwandungen, sondern auch auf der Höhe des Kamms regellose Erhebungen und Vertiefungen, allein ich möchte mich diesmal nicht entscheiden, ob, wie ich allerdings glaube, dieses Aussehen ein natürliches oder durch Anwendung erhärtender Reagentien hervorgebracht ist. Die basalen Enden der Epithelien schmiegen sich diesen Erhebungen und Vertiefungen genau an. Die ganze Masse der Knorpelleiste ist von einer ausserordentlich grossen Zahl von Gefässen (Fig. 14 *e*, Fig. 16 *b*) durchsetzt, die namentlich

(Fig. 13, Fig. 14) gegen den abgerundeten Kamm hin an Zahl zunehmen, und an dem unteren Theile der *crista* fast ausschliesslich zu beiden Seiten der Mitte in der Länge derselben verlaufen. Gegen den Kamm hin steigen sie oftmals senkrecht in die Höhe, bilden einen Plexus und verbinden sich reichlich mit einander durch über die Mitte hinübergehende Anastomosen, die in den Fusstheilen der Leiste nur sparsam vorhanden. Immerhin herrscht auch hier die Längsrichtung der Gefässe vor. Die Mitte der Leiste wird durch senkrecht aufsteigende Nervenfasern durchsetzt, die, in den verticalen zu zwei Hauptzweigen gruppirt, gegen die Seitenwand sich begeben und dort allmählig am Ende der *crista* verschwinden. Dies geschieht bei diesen sowohl wie bei dem ungetheilten Aste der horizontalen Ampulle durch allmählige Abgabe senkrecht in der Leiste emporsteigender Fasergruppen (Fig. 11 *a*). Diese ziehen im Wesentlichen einander parallel gegen den Kamm empor, und dicht unter dem Basalsaume desselben lösen sie sich in ihre einzelnen Fasern auf (Fig. 13, Fig. 14). Es kommt nicht zu einer eigentlichen Plexusbildung, sondern der ursprüngliche, senkrechte Verlauf bleibt im Wesentlichen bei; jedenfalls ist eine weitmaschige Plexusbildung eine grosse Seltenheit. Während des Verlaufs durch die Leiste erscheinen die einzelnen Faserbündel, namentlich gegen die Seitenwände hin wellig gebogen. Sie bestehen aus dicken, doppelt contourirten Fasern, die zuweilen, aber nicht immer, wie Hartmann annimmt, unter dem Basalsaume des Kammes haken- oder schlingenförmig umbiegen, um dann wieder aufzusteigen. Sie sind gegenüber den Gehörleisten anderer Thiere, abgesehen von ihrem Caliber, welches schon bei den Fröschen ein Beträchtliches war, sparsam, was aber das Auffallendste, nur selten verlieren sie, was bei den höheren Thieren regelmässig der Fall war, unter dem Basalsaume ihre Markscheide und durchbrechen dann als von einer zarten Fortsetzung der äusseren Nervenscheide bekleidete Axencylinder den Saum, um ins Epithel zu treten. Gewöhnlich (Fig. 16 *a*) behalten sie ihr doppelt contourirtes Aussehen und durchbohren als markhaltige Fasern den Saum, um dann sich im Epithel auszubreiten. Die Anschauung von der Regelmässigkeit dieses bei keinem höheren Wirbelthiere von mir beobachteten und namentlich für die Entwicklungsgeschichte der Nerven interessanten Verhaltens verdanke ich vor allem der ausgedehnten Anwendung der Osmiumsäure in $^1/_4$, $^1/_2$ und selbst 1—2 % Lösung, und die Abbildungen von M. Schultze erwecken in mir die Hoffnung, dass dieses Reagens auch bei den *Plagiostomen* ähnliche Verhältnisse zu Tage fördern wird. So viel ist aber sicher, dass eine Schlingenendigung, die ich schon bei meinen früheren Untersuchungen über den Gehörapparat anderer Thiere als unwahrscheinlich hinstellte, in dem Sinne von Hartmann bei keinem Fische

vorhanden ist, und ich glaube, dass alle Argumente, die er gegen M. Schultze ins Feld führt, nicht stichhaltig sind, besonders, da ich meine Präparate auf das Sorgfältigste geschützt und dann stets solche Bilder bekommen habe, welche sich nur im Sinne der Durchbohrung erklären lassen. Es wäre auch vom vergleichend anatomischen Standpunkte aus wunderbar, wenn es sich anders verhielte und eine Schlingenbildung, um nicht zu sagen Schlingenendigung, des Nerven vorkäme, der bei allen anderen Thieren ins Epithel hineintritt.

Das Epithel am Abhange der Leiste ist eine einfache Fortsetzung desjenigen, welches sich am Boden findet, und welches sich durch die zwei Zellformen der Pflasterzellen und der flaschenförmigen Pigmentzellen charakterisirte (Fig. 13 *c*, Fig. 14 *f*). Dieselben erscheinen hier jedoch etwas höher und sind somit mehr als niedrige Cylinderzellen, denn als Pflasterzellen anzusehen. Gegen die Basis des abgerundeten Kammes nimmt es nicht wie bei den höheren Wirbelthieren an Höhe zu, im Gegentheil oftmals erfährt es an dieser Stelle eine geringe Abnahme. Die flaschenförmigen Pigmentzellen haben auch hier die allermannigfaltigsten Formen, sind aber an ihrem freien Ende immer abgerundet, und auf dem Querschnitte gelingt es oft nur schwer, zwischen ihnen die hellen Zellen zu entdecken, die an Stellen zu einem feinen Faden eingeschnürt werden. Die Pigmentzellen stehen an der Leiste nicht so häufig in Gruppen beisammen, wie am Boden der Ampulle, zeigen aber trotz aller Formverschiedenheit darin eine Uebereinstimmung, dass ihr runder, dunkler Kern nicht im Grunde der Zelle am basalen Ende derselben, welches sich den mannigfaltig gestalteten Erhebungen und Vertiefungen anschmiegt, liegt, sondern entweder in der Mitte, oder auch wandständig in der bauchigen Auftreibung der Flasche. Aus den hellen, zwischenliegenden Zellen, die ebenfalls am freien Ende etwas abgerundet erscheinen, tritt hier wie am Boden der Ampulle oft bei weniger gut conservirten, namentlich Alkoholpräparaten ein kleines Eiweisskügelchen über die Oberfläche (Fig. 22 *AC*).

Was nun das Epithel des Endes der *crista acustica*, des Kamms derselben betrifft, über dessen Bereich an der Seitenwand die Nerven sich niemals hinausbegeben, so bin ich auch hier wieder erst nach Anwendung der Osmiumsäure zu einem klaren Verständnisse der einschlägigen Verhältnisse gelangt, und auch da erst durch successive Betrachtung einzelner Theile. Ich kann wohl behaupten, dass ich bei keiner Thierclasse mit solchen Schwierigkeiten in der Erkenntniss dieser wichtigen Elemente zu kämpfen gehabt habe, wie bei den Fischen, und das hängt einmal von der ausserordentlichen Vergänglichkeit und Zartheit der wichtigsten Gebilde, vor allen Dingen der Stäbchenzellen mit ihren Haaren ab, dann aber, und vor allem von der Höhe des

gesammten Epithels, welches nur nach langem Abmühen gestattet, die Theile klar und deutlich im Zusammenhange und in ihrer ganzen Ausdehnung zu sehen. Je höher das Epithel, je zarter und vergänglicher die constituirenden Bestandtheile, desto grössere Schwierigkeiten begreiflicherweise bei der Anfertigung hinlänglich feiner Schnitte. Diese freilich bringen dann die Ueberzeugung, dass wir es auch bei den Fischen, wenn auch mit Modificationen in der Form, ausschliesslich mit zwei Zellformen, wie bei den höheren Thieren, mit den haartragenden Stäbchenzellen und den dieselben umgebenden, indifferenten Zahnzellen zu thun haben, von denen erstere den Cylinderzellen Schultze's, letztere den Basalzellen desselben Autors entsprechen. Es bleiben jetzt freilich die Fadenzellen übrig, allein, wie ich später nachzuweisen versuchen werde, gehören diese den Basalzellen als obere Enden derselben an, und ich glaube, dass M. Schultze nur zu der von ihm statuirten Scheidung dreier Zellformen dadurch gelangt ist, dass es ihm nicht gelungen, vollkommen klare Schnitte durch das Epithel im Zusammenhange zu bekommen, und genöthigt gewesen ist, durch eine successive Betrachtung und Zerlegung der einzelnen Elemente dem Zusammenhange auf die Spur zu kommen, wie es auch mit mir der Fall war, bevor ich die Osmiumsäure in ausgedehnterem Maasse in Anwendung brachte.

Wir finden also, dass auch bei den Fischen keine anderen Elemente das Nervenepithel constituiren, als bei den höheren Wirbelthieren. Schon ein minder dünner Querschnitt (Fig. 13 *b*, Fig. 14, Fig. 15 *c*) lässt dieses Verhältniss ahnen, indem wir nämlich an demselben zwei Kernreihen auftreten sehen, die eine am Basalsaume des Knorpels, die andere höher oben in der Mitte des Gesammtepithels, das Ganze überragt von einem dichten Walde zarter, langer Härchen (Fig. 11 *c*, Fig. 13 *a*, Fig. 14 *b*), die unendlich spitz auslaufen und meistens leicht geschlängelt sind. Dünnere Schnitte zeigen dann aber, namentlich wenn sie Präparaten aus Alkohol oder Müller'scher Flüssigkeit entnommen sind, die dem Basalsaum aufsitzende Kernreihe verändert, durch einander geworfen (Fig. 15) und über einander gethürmt, so dass es aussieht, als habe man es mit einem mehrschichtigen Epithel zu thun, und als zeige sich zwischen den beiden Kernreihen noch eine dritte, zu den zwischengelagerten Kernen gehörende Zellschicht. Das ist aber gewiss nicht der Fall, und schon die Betrachtung des Epithels von der Fläche, welches genau das Bild darbietet, wie man es in M. Schultze's Fig. 14 sieht, zeigt selbst bei tiefer Einstellung immer nur zwei Zellformen, nie mehr. Es sind grössere, runde Zellen mit einem stark lichtbrechenden, bald in der Mitte, bald mehr excentrisch gelagerten Pünktchen, das nur bei hoher Einstellung zu Gesicht kommt, umgeben von kleinen, lichteren Kreisen, die bei tieferer Einstellung etwas an Durchmesser

zunehmen. Erstere sind die Stäbchen-, letztere die Zahnzellen. Die Zahnzellen (Fig. 17 *c*) sind gewaltig lange Gebilde, während die Masse der Stäbchenzellen nicht wesentlich von den bei den höheren Wirbelthieren gefundenen abweichen. Erstere sitzen mit ihrem basalen Ende der Cuticula des Knorpels unmittelbar auf (Fig. 16 *f*), und zeigen in ihrem Grunde einen dunklen, ovalen Kern, dessen längste Axe mit der Längsaxe der Zelle zusammenfällt. Diese bilden dann (Fig. 16 *f*) am Basalsaume eine continuirliche Reihe. Man sieht jedoch nicht selten, dass sich der Kern (Fig. 17) einer oder der anderen Zelle aus dem Grunde erhebt und über das Niveau der übrigen hinüberragt; dann erscheint das Protoplasma der Zellbasis durch die benachbarten etwas eingeschnürt, so dass in der Kernreihe keine wesentliche Lücke entsteht und das Bild einer Zellschichtung zu Tage tritt. Gleich oberhalb des Kerns verdünnt sich die Protoplasmamasse, wie es auch Schultze von seinen Basalzellen zeichnet, und sie wird zu bald etwas dickeren, bald dünneren Fäden, die sich schlängeln, hin und wieder kurze Fortsätze ausschicken, die sich dann unter einander verbinden. Die Protoplasmafäden der einzelnen Zahnzellen oberhalb der Kerne verstricken sich gleichsam und bilden ein protoplasmatisches Maschennetz (Fig. 16 *e*, Fig. 17 *a*), dessen Lücken die mannigfaltigsten Formen und Grösse besitzen, immer aber mehr oder weniger rundlich erscheinen. Es bilden sich zwei oder drei, selten mehr Lückensysteme über einander. Es ist ein Bild, das ich am besten dem des Radialfasersystem der inneren Körnerschicht der *retina* vergleichen kann. Aus diesem protoplasmatischen Maschennetze entwickeln sich dann wieder senkrecht aufsteigende Fortsätze, und diese begeben sich zwischen die Stäbchenzellen und enden abgerundet und etwas keulenförmig verdickt, wie bei den Schildkröten, und repräsentiren von der Fläche gesehen die kleinen Zellen, welche die grossen umgeben. Die Maschenräume des protoplasmatischen Netzes erscheinen namentlich an feinen Schnitten durch Alkoholpräparate oft ungemein ausgedehnt, allein aus diesem Verhalten darf man nicht auf das natürliche schliessen. Die Maschen stellen sich da viel feiner heraus. Freilich erscheinen sie oberhalb der Zahnzellenkerne immer weiter als gerade unterhalb der Stäbchenzellen. Interessant ist dieses Verhalten vor allem auch deswegen gewesen, weil dadurch eine Beobachtung Lang's [1]) wieder in ihr Recht eingesetzt wird, mit der ich, wie aus meiner Arbeit »Die *cupula terminalis* der *Cyprinoiden*« erhellt, nichts anzufangen wusste. Die Beobachtung der Hohlräume in der Dicke des Epithels ist richtig, und wenn er dieselben sehr ausgedehnt zeichnet, so ist das wohl, wie eben erwähnt, auf Rechnung der angewandten

---

[1]) l. c.

Conservirungsflüssigkeit zu setzen, und es ist ein unzweifelhaftes Verdienst LANG's, zuerst Andeutungen des hier beschriebenen protoplasmatischen Netzwerks und dessen Maschenräume gesehen zu haben, ein Befund, der meiner Meinung nach, namentlich mit Bezug auf die allgemeine Anatomie der Sinnesorgane von hohem Interesse. Meine Vermuthung also, dass er sich durch durchscheinende Gefässdurchschnitte oder dergleichen habe täuschen lassen, ist demnach ungerechtfertigt, und es freut mich sehr, dies hier aussprechen zu können, da somit in der Anschauung über das Verhalten wichtiger Gebilde des Gehörapparates zwischen LANG und mir Uebereinstimmung herrscht. Wegen dieser feinen Fäden trennt sich der obere Theil des Nervenepithels leicht von dem unteren, und selbst an guten Durchschnittspräparaten ist es nicht leicht den Körper der einzelnen Zelle durch das Netzwerk hindurch bis zwischen die Stäbchenzellen zu verfolgen; immerhin ist mir dieser Nachweis gelungen. Die Stäbchenzellen (Fig. 16 *d*, Fig. 17 *b*) haben die bekannte schlanke Flaschenform und nur an mit schwacher Osmiumsäurelösung behandelten Präparaten (Fig. 16 *d*) eine plumpere Cylindergestalt. Der Bauch der Flasche, der den runden Kern mit seinem kleinen Kernkörperchen oberhalb des protoplasmatischen Netzwerks im unteren Theile der Zelle enthält, spitzt sich nach unten hin oft in ein feines, zuweilen Varicositäten zeigendes Fädchen zu. Oberhalb des Kerns verdünnt sich die Zelle zu einem schlanken Cylinder, der an der freien Oberfläche einen feinen, hellen Basalsaum von der bei den Vögeln angegebenen Dicke besitzt, aus dem sich dann mit breiter Basis kegelförmig erhebend ein spitz auslaufendes, geschlängeltes Haar entwickelt, welches auf der Flächenansicht im optischen Querschnitt als stark lichtbrechendes Pünktchen erscheint und ausserordentlich leicht Modificationen unterworfen ist. Ich habe es an den Leisten oft fehlen sehen, oder es war zu einer kleinen Eiweisskugel oberhalb des Nervenepithels reducirt, oder auch die Spitze war abgebrochen. Selten stellte es sich in seiner ganzen Länge dar.

Dies das Verhalten des Epithels. Was nun die doppelt contourirten Fasern (Fig. 16 *c*) innerhalb desselben betrifft, so ist gerade deren Verhalten das Bedingende des protoplasmatischen Netzwerks, welches auch den höheren Wirbelthieren nicht fehlt, wenn es auch wegen der Feinheit der Fasern der Nerven nicht so prägnant ausgebildet ist. Die sparsamen, doppelt contourirten Fasern (Fig. 16 *a*) treten dicht zusammengedrängt in der Mitte der Höhe der Leiste durch die Basalmembran und verlaufen bis oberhalb der Kerne der Zahnzellen senkrecht, dann trennen sie sich aber mehr und mehr von einander, ohne ihr dunkel contourirtes Aussehen einzubüssen und ohne an Caliber abzunehmen. Sie treten in die Lücken des protoplasmatischen

Netzwerks, werden also gleichsam von den Zahnzellen umsponnen und von einander isolirt, die einen tiefer gegen die Kerne der Zahnzellen, die anderen höher unterhalb des Niveaus der Stäbchenzellen. Niemals sieht man eine dunkle Faser oberhalb des unteren Stäbchenzellenendes. Hier verlaufen sie oftmals auf weite Strecken innerhalb der Maschenräume, bald in dieser, bald in jener Richtung geschlängelt, vorzugsweise aber den Verlauf in der Länge der *crista* innehaltend, bilden einen intraepithelialen Plexus und theilen sich dann, indem sie sich mit Verlust ihrer Markscheide zu Axencylinder mit zarter Scheide umgewandelt haben, also blass werden, in feinste Nervenprimitivfibrillen. Diese Theilung und das Blasswerden findet aber oftmals schon bald nach dem Durchtritte durch den Basalsaum statt, indem dann die Faser senkrecht bis unter die Stäbchenzellen aufsteigt. Was aus diesen Primitivfibrillen wird, habe ich in der Gehörleiste nicht constatiren können, allein es ist mir wahrscheinlich, dass sie sich auf dieselbe Weise, wie an anderen Stellen des Gehörorgans und wie bei den anderen Wirbelthieren verhalten. Jedenfalls habe ich niemals eine Verbindung mit dem Protoplasma der Zahnzellen gesehen, aus dessen Lücken sie ausserordentlich leicht herausfallen,

Oberhalb dieses Nervenepithels befindet sich dann die *cupula terminalis* (Lang), die *membrana Corti s. tectoria* der Ampullen (Fig. 14 *a*, Fig. 15 *b*, Fig. 18), die ich im ersten Hefte von den *Cyprinoiden* ausführlich geschildert. Dieselbe kommt aber nicht bloss diesen Fischen zu, sondern bei gelegentlichen Schnitten an von mir zur Disposition gestellten Gehörorganen von *Gadus* und *Pleuronectes* hat Herr Ketel dieselbe in unzweifelhaften Spuren auch bei diesen Fischen nachzuweisen vermocht, und es ist nach diesem die Vermuthung gewiss nicht zu kühn, dass alle Fische eine solche besitzen, gerade so wie sie den Vögeln und Schildkröten und wahrscheinlich auch den Fröschen zukommt. Was ich in dem Aufatze über die *cupula terminalis* der *Cyprinoiden* über dieses Gebilde gesagt, davon habe ich nichts hinwegzunehmen, noch hinzuzusetzen, und ich denke, das Verhalten wird klar aus den Abbildungen hervorgehen, die ich dieser Abhandlung folgen lasse. Sie hält sich genau an den Bereich des Nervenepithels (Fig. 14 *a*) und zeigt an ihrer anliegenden Fläche genau die Form des Kammes der *crista* (Fig. 18). Es ist unbedingt die zarteste und am schwersten in situ zu studirende von allen *membranae tectoriae*, die wir im Gehörorgane besitzen. Die Abbildungen können zugleich, wie schon in den anderen Abhandlungen erwähnt, zur Illustration des Verhaltens derselben bei den Vögeln und Schildkröten dienen. Diese Schilderung des Bogenapparates gilt gemeinsam für *Perca* und für *Cyprinus*. Bevor ich mich nun zur Beschreibung des *utriculus* wende, möchte ich noch

eines Befundes von F. E. Schulze [1]) gedenken, den er an Embryonen von *Gobius* gemacht. Er will an diesen Thieren eine direkte Verbindung zwischen den Nerven und den Hörhaaren gesehen haben. Wie wenig dieser Befund sich an meine Beobachtungen anreihen lässt, leuchtet ein. Eine solche direkte Verbindung habe ich nirgends, bei keinem Thiere gesehen, wenn mir auch das Heranragen des Nerven bis an die Basis des Härchens nicht unwahrscheinlich, wie ich später näher ausführen werde, allein ich gebe zu bedenken, wie ausserordentlich schwierig es ist, selbst an Embryonen und lebenden durchsichtigen Präparaten bei der unendlichen Feinheit der Nervenprimitivfibrillen innerhalb einer Fülle complicirter Zellformen bei Flächenbetrachtung zu einer Klarheit über den Nervenzusammenhang zu kommen, und somit muss ich diese Ansicht zunächst unvermittelt bestehen lassen, bis es mir gelingt, an entsprechenden Objekten die Richtigkeit oder Unrichtigkeit der Schulze'schen Ansicht nachzuweisen. Vor allem wird es dann noch stärkerer Vergrösserungen bedürfen, als er angewandt, um zu constatiren, ob das von ihm abgebildete Verhalten der Zellen des Nervenepithels bei *Perca* vollkommen zutreffend.

Der *utriculus*, zu dessen Schilderung ich mich jetzt wende, zeigt bei *Perca* und *Cyprinus* in die Augen fallende Formverschiedenheiten und zwar mit Bezug auf den *recessus utriculi* und die Communication mit dem Sacke. Dass der eigentliche *utriculus*, der bei *Cyprinus* kürzer, bei *Perca* dagegen länger erscheint, im *cavum vestibuli* gelegen, von oben, vorne nach unten, hinten sich erstreckt, habe ich schon erwähnt. Es ist eine dünnhäutige, cylindrische Röhre, in die von hinten her die nach unten gebogene, kurze Röhre der alleinstehenden Ampulle mündet (Fig. 1, 2, 3), deren Spindelknorpelwand mit demselben Epithel, wie der Boden der Ampullen zur Seite der *crista acustica* bekleidet ist, während von oben her, am hinteren Ende die Commissur der Bogengänge mündet (Fig. 2 *a*) und nach unten hin derselben gegenüber die Einmündung in den Sack sich findet. Diese Einmündung am hinteren Ende des Bodens des *utriculus* repräsentirt bei *Cyprinus* eine tiefere (Fig. 44 *a*), bei *Perca* flachere, trichterförmige Einziehung, deren Spitze bei letzterem Fische eine deutlich erkennbare, verhältnissmässig weite, runde Oeffnung repräsentirt, die direkt in den Sack mündet, während dieselbe bei ersterem zu einer cylindrischen, dickwandigen Röhre (Fig. 3 *k*, Fig. 43 *a*) ausgezogen ist, die von einem ausserordentlich feinen Canale durchsetzt ist (Fig. 44 *b*), der so fein, dass er sich nur mit dünnen Karlsbader Nadeln sondiren lässt, und dessen Existenz in Folge dessen Lang entgangen, der jede offene Verbindung zwischen

[1]) l. c.

sacculus und *utriculus* leugnet. Gegenüber dem unter den zusammenstehenden Ampullen gelegenen *recessus utriculi* (Fig. 2 *h*, Fig. 3 *i*) ist der eigentliche *utriculus* durch eine seichte Einschnürung, die sich als niedrige Leiste auf der Innenfläche markirt, abgesetzt. Das Gewebe der Utricularwand ist dasselbe, wie in der Commissur der Bogengänge, ein aus dem Spindelknorpel allmählig hervorgegangenes, homogenes Bindegewebe mit sparsam eingestreuten, bald spindel-, bald sternförmigen, bald mehr rundlichen Zellelementen, welches gegen den Binnenraum hin eine feine Basalmembran zeigt und wie dort ein polygonales Pflasterepithel trägt, zwischen dessen helleren Zellen dunklere Zellgruppen, die den flaschenförmigen Pigmentzellen homolog, eingesprengt sind. An den hellen Zellen liess sich oft eine schon bei anderen Thieren beobachtete Eigenthümlichkeit erkennen. Bei der Isolation (Fig. 21 *B. a*) sieht man an den Winkeln der kleinen Polygone Spitzchen hervorragen, die zur Befestigung mit benachbarten Zellen beitragen. Ob es wirklich Fortsätze des Zellprotoplasma oder Theile der Kittsubstanz sind, vermag ich leider diesmal nicht zu entscheiden.

Der *recessus*, der bei *Cyprinus* (Fig. 31) beinahe gleich an der weiten Einmündung der Bogengangcommissur beginnt, bei *Perca* weiter von derselben entfernt (Fig. 2 *h*), ist bei jenem nach unten hin mächtig ausgebuchtet in Gestalt einer halbkugligen, grossen Blase, während sie bei dieser, wenn auch von derselben Form, dennoch weniger weit nach unten ragt, eine viel flachere Krümmung besitzt. Die stärkste Krümmung nach unten sieht zugleich nach vorne und innen. Oben, vorne und innen findet sich die weite Oeffnung der gemeinsamen Einmündung der zusammenstehenden Ampullen, die durch eine, namentlich aussen und vorne tiefere, hinten, innen flachere Furche abgesetzt erscheint, und ihr entspricht auf der Innenseite eine Leiste, die an der ersteren Stelle schärfer vorspringt als an letzterer. Das nach oben, hinten sehende Dach ist flach, der Boden tief schalenförmig ausgehöhlt. Ueber die Vorder- und Aussenwand (Fig. 4 *b*, *e*) verlaufen die Nervenäste zu den zusammenstehenden Ampullen, zwischen ihnen findet aber eine breite, fächerartige Nervenausstrahlung für die Wand des Sacks statt (Fig. 4 *c*). Die Fasern, aus dem *ramus vestibularis* kommend, sind zu feinen Bündelchen gruppirt, und die Ausstrahlung ausserordentlich zierlich. Die Wand des *recessus* ist dick, unnachgiebig, stärker am schalenförmigen Boden, als am Dache und geht allmählig in die dünne Wand des eigentlichen *utriculus* einerseits, andererseits gleichmässig in den Knorpel der Ampullen über. Die Dicke der Wand lässt nur mit Mühe die innerhalb des *recessus* gelegenen Theile erkennen, nur bei *Perca* und ähnlichen Formen, wo dieselbe dünner erscheint,

gelingt es, den Otolithen durchschimmern zu sehen. Die Hülle haftet auf der Aussenfläche des *recessus* etwas fester, wie an den Ampullen und den Bogengängen, die deshalb rauher, wie dort erscheint. Die Wand besteht aus dem bekannten Spindelknorpel (Fig. 23, 24), dessen Masse Gefässe durchziehen, die ausserordentlich reich dort auftreten, wo die Nerven sich ausbreiten. Die Nervenbündelchen (Fig. 23 *d*, 24 *k*) durchsetzen anfänglich schräg aufsteigend die Knorpelsubstanz und lösen sich dann in ihre einzelnen, dunkel contourirten Fasern auf (Fig. 28), und diese begeben sich senkrecht gegen die auch hier die Knorpelwand nach innen hin begrenzende Basalmembran. Der Zerfall der Bündel geht bald höher, bald tiefer in der Knorpelsubstanz vor sich, und die einzelnen Fasern steigen nur nicht in nahezu parallelem und geschlängeltem Verlaufe wie in der *crista* empor, sondern sie bilden, wenn auch nicht so ausgeprägt, wie bei den höheren Wirbelthieren, einen weitmaschigen Plexus, in dem die senkrechte Richtung der Fasern immer vorherrscht. Zuweilen biegen die dunklen Fasern dicht unter dem Basalsaume schlingenförmig um, um dann erst wieder aufzusteigen. Ebenso oft sah ich aber dieses Verhalten fehlen. Das Epithel des Utriculardachs erscheint einfach, pflasterförmig, polygonal. Oftmals lässt sich an ihnen eine wirtelförmige Anordnung nachweisen, die denselben Grund hat, wie bei anderen Wirbelthieren an der gleichen Stelle. Rundliche oder spindelförmige Zellen wechseln in bunter Reihenfolge (Fig. 26) mit polygonalen ab, deren näherer Beschreibung man besser Abbildungen substituirt, um so mehr, da dieselbe von verhältnissmässig geringem Interesse.

Gegen den Boden hin, namentlich gegen die Vorder- und Unterwand, ändert das Epithel seinen Charakter, es wird allmählig höher (Fig. 24 *a*); niedrige, runde Cylinderzellen treten auf, und zwischen diesen dann die flaschenförmigen Pigmentzellen in den allermannigfaltigsten Gruppen (Fig. 27 *b*) bis in die Nähe des rundlichen Flecks (Fig. 20 *b*) der *macula acustica*, wo das mit dunklen Zellen untermengte Epithel wieder hell erscheint, ähnlich wie ich es vom Sacke beschreiben werde. Die einzelnstehenden, flaschenförmigen Pigmentzellen (Fig. 27 *a*) zeigen von der Fläche betrachtet verschiedene Sternfiguren, und diese abwechselnd grösseren oder kleineren, dunklen, bald runden, bald eckigen Flecke, diese Sternfiguren der mannigfaltigsten Art mit den hellen, rundlichen oder polygonalen Zellen geben ein ausserordentlich schönes Mosaik, wie es nicht schöner am *planum semilunatum* der Schildkröten vorkommt. In der unmittelbarsten Umgebung der *macula acustica* gewinnen die Cylinderzellen eine bedeutende Höhe, und während weiter entfernt der Kern noch im Grunde der Zellen (Fig. 24 *a*) liegt, beginnt er hier, wie wir es so oft auch bei anderen

Thieren gesehen, allmählig sich zu erheben und die Mitte der Zelle einzunehmen (Fig. 25). Zu gleicher Zeit verändert sich auch die einfache Cylinderform der Zellkörper, namentlich an dem dem Basalsaume aufsitzenden Ende. Das sieht man schon recht häufig an den flaschenförmigen Pigmentzellen, die an diesem Ende wie gefranzt erscheinen. Selbst Zacken, die bald gröber, bald feiner sind, können auftreten. Noch prägnanter tritt das aber (Fig. 25) an den hohen Cylindern zu Tage. Der unterhalb des Kerns gelegene Theil der Zelle kann vollkommen fadenförmig mit wieder verdicktem basalen Ende erscheinen, oder der obere Theil des Zellkörpers verfeinert sich, oder es buchtet sich an der Stelle des Kerns die Zelle aus, und dieser kommt dann im Bauche excentrich zu liegen, oder das Protoplasma zeigt oberhalb des Kerns die Andeutung einer Theilung, oder es finden sogar Durchbohrungen des Protoplasma statt. Die gewöhnlichste Erscheinung ist die Ausfranzung am basalen Ende, die unendlich verschiedene Formen darbieten kann. Nicht selten sehen wir auch zwischen den Zellen, namentlich dort, wo sie am höchsten sind, also an der Peripherie der *macula* zwischen denjenigen, deren Kern in der Mitte liegt, Zellen auftreten, die wie an anderen Stellen des *recessus* ihren Kern im Grunde zeigen und ihre feinen, allmählig fadenförmig sich ausziehenden Protoplasmakörper zwischen die anderen emporschicken (Fig. 25). Es hat so oft den Anschein, als habe man es mit einem geschichteten Cylinderepithel zu thun, allein nur scheinbar. Die Lage ist trotz der Verschiedenheit in der Stellung des Kerns einfach. Das Epithel der runden (Fig. 20 *b*) oder länglichrunden *macula acustica* zeigt von der Fläche betrachtet dasselbe Aussehen, welches ich schon von den Ampullen geschildert. Grössere, dunklere Kreise mit den lichtbrechenden Pünktchen, umgeben von kleineren, lichteren, und der Querschnitt zeigt (Fig. 24, Fig. 23), dass auch in der *macula acustica* des *utriculus* nur Stäbchen und Zahnzellen, und zwar auf dieselbe Weise, wie auf der Gehörleiste, vorkommen. Das Epithel ist überragt (Fig. 24, Fig. 28 *d*) von kürzeren, leicht vergänglichen, spitz auslaufenden Härchen, die nur, wie auch ihr optischer Querschnitt bei der Flächenbetrachtung darthut, zu den Stäbchenzellen in Beziehung stehen. Die längsovalen Kerne der Zahnzellen liegen entweder in continuirlicher Reihe (Fig. 24) am Basalsaume, oder sie erheben sich etwas aus dem Grunde der Zelle und täuschen ein mehrschichtiges Epithel am Basalsaume vor, und oberhalb derselben bildet das Protoplasma auch hier wieder das reiche Netzwerk mit rundlichen Maschen (Fig. 23 *b*, Fig. 28 *g*), welches sich bis an die untere Grenze der Stäbchenzellen, bis unter das Niveau der Kernreihe derselben erstreckt, von dem aus dann die feinen (Fig. 23) cylindrischen Fädchen sich zwischen die Stäbchenzellen emporbegeben,

um mit einer knöpfchenförmigen Verdickung am freien Ende des Epithels zu enden. Die Stäbchenzellen (Fig. 28 *c* u. *f*) haben hier dieselbe Form, wie in den Ampullen, erscheinen nur zuweilen gedrungener, und das aus dem Verdickungssaume (Fig. 28 *e*) mit breiter Basis sich erhebende Haar (Fig. 28. *d*) erscheint dicker und kürzer, aber ebenfalls in eine feine Spitze auslaufend, gerade gestreckt. Im Uebrigen findet sich keine nennenswerthe Abweichung. In dieses Epithel begeben sich über die Kerne der Zahnzellen emporsteigend die dunkel contourirten Nervenfasern (Fig. 23, 28) und verlaufen entweder senkrecht aufsteigend oder im horizontalen Verlaufe auf weite Strecken im protoplasmatischen Netzwerke, wo dieselben auf dem Querschnitte als Kerne innerhalb desselben imponiren könnten (Fig. 23 *b*). Im ersteren Falle werden sie mit Verlust ihrer Markscheide (Fig. 28 *b*) schnell zu blassen, von einer feinen Fortsetzung der äusseren Nervenhülle umgebenen Axenfaser, und eine solche (Fig. 28 *b*) habe ich einmal an das untere Ende einer Stäbchenzelle bei *Cyprinus orfus* treten sehen. Die anderen werden oft erst in weiter Entfernung von der Durchtrittsstelle durch die Basalmembran blass und lösen sich dann in ihre Primitivfibrillen auf. Hier ist mir auch zum ersten Male unter den Wirbelthieren im Epithel eine einfache Theilung einer doppelt contourirten Faser vorgekommen (Fig. 28 *a*), die ich sonst nicht wieder gesehen. Die beiden doppelt contourirten Zweige verliefen horizontal in entgegengesetzter Richtung weiter. Die blassen Nervenfasern können also als solche an das untere Ende der Stäbchenzellen treten, oder sie theilen sich in ihre constituirenden Fibrillen, deren Ende mir nicht zu verfolgen gelang. Somit sehen wir ein Verhalten ähnlich dem, welches ich in den vorhergehenden Abhandlungen besprochen, und ich werde später auf die Consequenzen desselben näher zu sprechen kommen.

Das letzte Element, welches wir im *recessus utriculi* in Betracht zu ziehen haben, ist die Otolithenmasse mit den dazu gehörigen Theilen. Diese ist nicht ein Krystallbrei, sondern wie bekannt eine rundliche, zusammenhängende Kalkmasse, die einen strahlenförmigen, radiären Bau zeigt, in Formen, die schon oft von älteren Autoren beschrieben sind, und die auf der der *macula* zugewandten Fläche eine der Form derselben entsprechende Einziehung zeigt. Auf dieser Fläche findet man eine oft vom Otolithen leicht sich trennende und dem Nervenepithele aufliegende, glashelle Membran, eine *cuticula*, eine *membrana Corti*, gerade wie die *cupula* in den Ampullen, jedoch ohne Andeutung einer Streifung mit rundlichen Oeffnungen, die in blindgeschlossene, glockenförmige Räume hineinführen, welche die Gehörhärchen einzeln weit umfassen. Sie ist homolog dem anliegenden Theile der Otolithensackmembran höherer Thiere, allein ich habe sie immer selb-

ständig getroffen, und es gelang mir nie, eine vollständig um den Otolithen herumgehende *cuticula* nachzuweisen, wenn ich es auch für mehr als wahrscheinlich halte, dass zu einer bestimmten Entwicklungsperiode eine solche vorhanden und erst im späteren Stadium durch das Wachsthum des Otolithen der der *macula acustica* abgewandte Theil der Membran schwindet, indem sie allmählig, allmählig dünner wird, weil der Otolith sich nur gegen den freien Sackraum und nicht gegen die *macula* hin ausdehnen kann. Jedenfalls bedarf die Sache mit Rücksicht auf die Verhältnisse bei den höheren Wirbelthieren ein näheres, entwicklungsgeschichtliches Studium. Was mir die so eben geäusserte Ansicht noch mehr plausibel macht, das werde ich bei der Schilderung der Otolithenmembran des Sacks und der Schnecke hervorheben.

Dies der Bau der wichtigsten Abtheilung des *utriculus*, und ich wende mich nun zu der Beschreibung des nächstfolgenden Theils, des Sacks oder des grossen Otolithensacks der Autoren. Da nun aber der Bau desselben und seines Appendix der Schnecke bei den *Cyprinoiden* wesentlich von dem bei *Perca, Gadus* und *Pleuronectes* abweicht, so will ich die Gebilde des Karpfen einer gesonderten Betrachtung unterwerfen und zunächst mit den einfachsten Formen der anderen Fische beginnen. Der Sack, dessen einer Theil, wie wir wissen, in der knöchernen Abtheilung der *cavitas vestibuli* eingeschlossen ist, und dessen Längsaxe von vorne, oben, aussen nach hinten, unten und innen geneigt ist, ist eiförmig (Fig. 1 *l*, Fig. 2 *g*), die Spitze nach oben, die Basis nach unten gekehrt und ragt mit ersterer über das vordere Ende des *recessus utriculi* hinaus, bis in das Niveau des Uebergangs der sagittalen Ampulle in ihren Bogengang, während er unter dem *utriculus* nach hinten bis unter die alleinstehende Ampulle (Fig. 1 *e*. Fig. 2 *b*) reicht. Die innere Wand erscheint derbe, unnachgiebig und zeigt bis zur Mitte ihrer Höhe die fächerförmige Ausstrahlung des den *sacculus* versorgenden Astes des *nervus cochlearis* (Fig. 2 *f*), der wie der Vestibularast eine ausserordentlich grosse Zahl bipolarer (Fig. 31) Ganglienzellen umschliesst, ohne dass diese sich zu einem eigenen, selbständigen *ganglion cochleare* sammeln. Die äussere Wand ist dagegen ausserordentlich dünn, durchscheinend (Fig. 1), macht bei der Herausnahme und bei dem Verschwinden der den Sack erfüllenden Flüssigkeit zarte, longitudinale Falten und lässt die im Binnenraume desselben gelagerten Theile, namentlich den grossen Otolithen, deutlich durchschimmern. An der Innenwand bemerkt man namentlich bei kleineren Fischen die in der Mitte befindliche, alsbald zu beschreibende, zungenförmige *macula acustica* (Fig. 29 *b*), zu der die Nervenfasern hinstrahlen, und ebenso, wenn auch nicht so distinkt, wie durch die Aussenwand den Otolithen. Der ganze Sack ist von aussen nach innen abgeplattet, die

feine Aussenmembran mehr gewölbt, wie die dickere Innenwand, und beide gehen oben und unten in einer scharfen Kante in einander über, welche oben nur an dem vorderen Ende eine Unterbrechung durch die Einmündung des *utriculus* erfährt, während hinten und etwas nach oben gewandt (Fig. 1 *k* und Fig. 2 *d*) die rundliche, ebenfalls weite Einmündung in die Schnecke sich findet. Diese wird durch eine rings herumgehende, bei *Perca* überall gleichmässige, niedere Leiste, die bei *Gadus* namentlich unten etwas höher erscheint, abgesetzt. Was die Hülle betrifft, in der ich ungleich dem *utriculus* und den Ampullen niemals Pigmentzellen angetroffen, so findet sich dieselbe auf der Innenwand noch als Umhüllung der Nerven, dagegen ist es mir nicht gelungen, eine solche auf der zarten Aussenwand nachzuweisen. Ihr Gewebe ist überhaupt an diesem Theile sparsam und der Sack lässt sich leicht von jedem Anhängsel befreien.

Die äussere, zarte Sackwand ist ausserordentlich feines, homogenes Bindegewebe mit spärlich eingestreuten, rundlichen und Ausläufer aussendenden Zellelementen, welches continuirlich aus der Knorpelsubstanz der Innenwand auf schon oft beschriebene Weise hervorgeht, auf der Aussenseite umstrickt von Gefässen und innen eine cuticulare Basalmembran tragend, auf der ein prächtiges, grosses, polygonales, niedriges, helles Pflasterepithel sitzt, dessen Zellcontouren als sehr zarte Linien hervortreten, und dessen rundliche Kerne dunkel im Grunde der Zellen erscheinen. Die Innenwand (Fig. 32, Fig. 36) besteht aus dem bekannten Spindelknorpel, der sich gegen die Mitte derselben allmählig verdickt, und dessen Masse von Gefässen durchsetzt ist, die desto reichlicher werden, je näher wir der *macula acustica* kommen, und die sich hier mit den schräge von oben hereintretenden Nervenbündelchen (Fig. 32 *b*) verflechten. Diese lösen sich im Knorpel in ihre einzelnen, markhaltigen, dunkel contourirten Fasern auf, welche ähnlich wie im *utriculus* einen nur wenig ausgebildeten Plexus bilden, in dem die Fasern leicht geschlängelt verlaufen, ihre gegen den Basalsaum senkrechte Richtung beibehalten und, dicht unter diesem angekommen, zuweilen wie im *recessus utriculi* umbiegen, um dann denselben gegen das Epithel hin zu durchbohren. An der Innenwand, und zwar der Mitte derselben entsprechend und mit der Längsaxe des Sacks parallel, jedoch das hintere Sechstel der Innenwand freilassend, sieht man eine dunkle, ziemlich gleichmässig breite, von wellig verlaufenden Contouren begrenzte, zungenförmige, gelbliche Epithelanhäufung, die *macula acustica* (Fig. 29 *b*), die sich ziemlich leicht von der Wand loslösen und für sich untersuchen lässt. Gegen die Peripherie derselben nimmt hier wie im *recessus utriculi* das pflasterförmige Epithel der zarten Aussenwand allmählig an Höhe zu, dagegen an Durchmesser ab und

wird anfänglich mehr unregelmässig polygonal, dann rundlich. Im oberen und unteren Theile der Innenwand ist dasselbe schon ein niedriges Cylinderepithel, bestehend aus hellen, rundlichen Zellen (Fig. 30 *b*), deren Kern, im Grunde befindlich, den Querschnitt der Zelle fast ganz ausfüllt, untermengt mit einzelnen sternförmigen, dunkler pigmentirten Zellen oder mannigfaltig gestalteten Gruppen von solchen (Fig. 30 *a*), wie im *utriculus*, und beide Zellformen zusammen nehmen gegen die Peripherie des Gehörflecks immer mehr an Länge zu, bis sie dann in unmittelbarster Nähe desselben von einer Zone gleichmässig heller, glasklarer Cylinderzellen abgelöst werden (Fig. 30 *c*), deren mannigfaltige Formen denen entsprechen, die ich ausführlich von derselben Stelle des *utriculus* geschildert, und die oftmals ein geschichtetes Cylinderepithel vortäuschen können. Von der Fläche betrachtet, stellen sie sich als ein einfaches, helles Mosaik gleichmässiger, kleiner Kreise dar.

Das Epithel der *macula acustica* zeigt bei der Flächenansicht dasselbe Bild (Fig. 35), wie ich es aus den Ampullen und dem *recessus utriculi* beschrieben, und auch der Querschnitt (Fig. 32 *a*, Fig. 36) thut dar, dass dasselbe dieselben constituirenden Bestandtheile, Stäbchen und Zahnzellen, wie die *macula utriculi*, und in derselben Form wie diese, hat (Fig. 37). Auch hier finden wir das protoplasmatische Netzwerk (Fig. 36 *c*) zwischen der Kernreihe der Stäbchen und der Zahnzellen. Besser aber wie in dem *utriculus* ist es mir hier gelungen, das Herantreten der Nerven an das untere zugespitzte Ende der haartragenden Stäbchenzellen nachzuweisen (Fig. 36 *a*). Die Nerven treten als doppelt contourirte, oft sehr dicke Fasern oberhalb der Kerne der Zahnzellen in das protoplasmatische Netzwerk, verlaufen dann hier entweder senkrecht, oder in horizontaler Richtung auf weite Strecken, um dann erst mit Verlust der Markscheide blass zu werden und in ihre Primitivfasern zu zerfallen. An einer senkrecht aufsteigenden, ausserordentlich dicken Faser (Fig. 36 *a*) sah ich im protoplasmatischen Netzwerke der Zahnzellen ein Bild, wie es auch M. Schultze zeichnet, den plötzlichen Zerfall der dunklen Faser in eine Menge dickerer oder dünnerer, die büschelförmig ausstrahlten, von denen ich zwei, die gleich ihre Markscheide verloren, an das untere Ende zweier Stäbchenzellen treten sah, während die übrigen wahrscheinlich horizontal nach verschiedenen Seiten auf weite Strecken weiter verliefen. Ich konnte dieselben auf dem Querschnitt nur umgebogen beobachten. Auffallend erscheint auch hier, namentlich bei Einwirkung schwacher Osmiumsäurelösungen, auch dann, wenn der Zutritt der Flüssigkeit etwas erschwert war, dass die Stäbchenzellen eine viel plumpere Cylindergestalt annehmen, als ihnen

unter anderen Umständen zukommt. Die kurzen Haare verschwinden auch hier ausserordentlich leicht.

Was den Otolithen betrifft, der die ganze Länge und Höhe des Sacks ausfüllt, so ist die Form desselben von der Form des *sacculus* abhängig. Er ist platt und zeigt sich auf der oberen Kante gerippt, nach aussen hin gewölbt, innen dagegen glatter und in der Ausdehnung der *macula* mit einer gleichgeformten Furche versehen. Im Uebrigen ist die Form des grossen Otolithen oft genug beschrieben, so dass ich hier nicht auf die näheren Verhältnisse desselben einzugehen brauche, um so weniger, weil ich glaube, dass die Formdifferenzen unwesentlicher Natur, eben von derjenigen der ihn umschliessenden Weichtheile abhängen. Eine Sackmembran habe ich ebenso wenig wie im *utriculus* nachweisen können, wenn ich auch an deren Existenz zu irgend einer Zeit der Entwicklung glaube, dagegen zeigt sich auch hier an der der *macula* anliegenden Fläche von derselben Form wie der Gehörfleck, oft dem Otolithen anliegend, oft auch an dem Nervenepithel haftend, eine *membrana tectoria* (Fig. 33), der Ueberrest der ursprünglich den Otolithen umhüllenden Membran, die sich aber nach meinen Erfahrungen nicht über den Bereich der *macula* und deren Nervenepithel erstreckt. Eine Streifung habe ich an der Membran nicht wahrzunehmen vermocht, dagegen wohl durch breitere Substanzbrücken von ziemlich gleicher Grösse über die ganze Membran zerstreute Oeffnungen, der Ausdruck blindgeschlossener Räume, die die Dicke der dem Epithel aufliegenden Membran durchsetzen (Fig. 34 *a*).

Der letzte und auch der vergleichend anatomisch interessanteste Theil des häutigen Gehörapparates, die Schnecke, die *cysticule* (Breschet), nimmt an derselben Stelle wie bei den übrigen Wirbelthieren hinten, unten am Sacke ihren Ursprung (Fig. 1 *k*, Fig. 2 *d*), und ich habe in meiner Abhandlung »Bemerkungen über das Gehörorgan der Fische«[1]) seiner Zeit mich ausführlich über die Schneckennatur des dort befindlichen Gebildes verbreitet. Sie sitzt dem Sacke wie eine kleine Mütze auf, die entweder ein klein wenig nach oben gebogen sein kann (Fig. 1), wie bei *Perca*, oder etwas nach unten hin überhängt, und dann sehen wir den Einschnitt, der Sack und Schnecke trennt, und der sich im Binnenraume als ringförmige Leiste markirt, am stärksten ausgeprägt. Es ist ein stumpfer Conus, dessen Basis dem Sacke aufsitzt, dessen Spitze frei ist und von aussen nach innen ein wenig abgeplattet erscheint, jedoch lange nicht in dem Grade, wie der *sacculus*. Der Nerv (Fig. 2 *e*), der aus dem zum *sacculus* gehenden seinen Ursprung nimmt, läuft schräg über diesen nach unten, hinten und tritt in die

1) l. c.

Furche zwischen den beiden wichtigen Abtheilungen, um dann an der Innenwand der Schnecke von oben vorne, nach unten hinten gewandt sich auszubreiten und zu verlieren. Bei den Fischen mit gleichsam überhängender Schnecke findet er sein Ende im unteren tiefen Theile der Incisur. Eine fächerförmige Ausstrahlung findet nicht statt, der Nerv verliert sich ganz allmählig als Strang. Die innere Schneckenwand ist dicker, opaker und lässt nur undeutlich einen gelblichen Fleck, die *macula s. crista acustica*, und einen kleinen Otolithen (Fig. 1) durchschimmern, welch letzteren man besser durch die dünnere Aussenwand sieht. Niemals erscheint aber die Aussenwand als eine so zarte Membran, wie die des Sacks, immer derber, unnachgiebiger, knorpelartig. Ich will die Aussenwand als Dach der Schnecke, die Innenwand als Boden derselben bezeichnen. Die Schneckenwandung, die ebenfalls gegen den Binnenraum eine Basalmembran trägt, besteht auch aus Spindelknorpel, der an der Aussenseite geringer entwickelt ist, an der Innenseite dagegen mächtiger wird und namentlich dort sich entwickelt, wo der Nerv hineintritt (Fig. 51). Am Boden tritt eine gegen das Ende der Schnecke allmählig sich verflachende und hier selbst als Grube sich zeigende Leiste auf, eine Art *crista acustica* (Fig. 38), die zur Aufnahme des Nervenepithel dient. Namentlich an der nervenhaltigen Wand treten zahlreiche Gefässe (Fig. 51 *e*) mit den Nervenfasern ein, die bündelweise, schräge von oben nach unten den Knorpel durchsetzen, und bilden dort einen reichen Gefässplexus, in dem die dunkel contourirten Fasern senkrecht oder leicht bogig nach unten gekrümmt gegen den Basalsaum hin aufsteigen. Das Dach der Schnecke ist mit Pflasterepithel bekleidet, welches sich nicht von dem unterscheidet, welches man im *utriculus* findet, und welches keiner besonderen Beschreibung bedarf, ein Epithel, welches gegen den Boden an Höhe zunehmend, dort niedrige Cylinder repräsentirt, zwischen denen dann oftmals wieder die einzeln oder in Gruppen zusammenstehenden Pigmentzellen wie im Sacke eingesprengt sind. Am höchsten sind die Zellen in unmittelbarster Nähe der *macula acustica* (Fig. 51 *d*). Das Epithel der Schnecke zieht sich continuirlich in den Sack hinein.

Das Nervenepithel, welches sich in Nichts von dem des Sacks und des *recessus utriculi* unterscheidet, sitzt einfach der Basalmembran der Leiste, resp. der Grube, auf. Jede Spur einer Basilarmembran fehlt. Die Schnecke der Fische ist das Homologon der *lagena*, des häutigen Blindsacks. Der Anfangstheil und der Basilartheil der Frösche fehlt diesen Thieren gänzlich. Die *crista* beginnt spitz, abgerundet am Anfange des Sacks und läuft S-förmig gebogen und allmählig sich verbreiternd und verflachend nach unten bis zur Mitte der Innenwand und endet hier breit, abgerundet (Fig. 38). Wenn ich nun auch die

Natur des Nervenepithels aufzuhellen vermochte, so ist es mir doch nicht gelungen, die Nerven innerhalb des Epithels weiter zu verfolgen, ich habe sie nur bis über die Kerne der Zahnzellen (Fig. 51 *a*) hinausgehen sehen, ich glaube aber, da sonst die Verhältnisse mit denen an den übrigen Orten der Nervenausbreitung übereinstimmen, dass auch in der Nervenendigung keine Unterschiede vorhanden sind. Jedenfalls treten auch hier die Nerven als dunkel contourirte Fasern ins Epithel. Der Otolith erscheint bei *Perca* halbmondförmig, innen dem Nervenepithel angelagert, und an dieser Seite findet sich wieder eine *membrana Corti* von derselben Form wie die *crista acustica* (Fig. 39) und nach den Seiten hin flügelförmig verbreitert. Hier zeigt sie an den Rändern ein zerrissenes, gelapptes Aussehen. Gerade diese Verbreiterung über den Bereich des Nervenepithels hinaus macht es mir wahrscheinlich, dass diese Membran ein Theil einer ursprünglich vorhandenen Sackmembran des Otolithen, über dessen dem Nervenepithel aufliegende Fläche sie natürlich ebenfalls hinausragt, trotzdem sich an den übrigen Flächen des Otolithen auch nicht eine Spur derselben nachweisen konnte. Die Verbreiterung findet sich namentlich an dem schmäleren Theile der Membran, die hier zugleich entsprechend der leistenartigen Hervorragung der *crista acustica* auf der anliegenden Fläche vertieft, ausgehöhlt erscheint (Fig. 40). Der Theil derselben, der dem Nervenepithel aufliegt, ist zugleich am dicksten (Fig. 40 *a*), während an den seitlichen Verbreiterungen die Dicke derselben allmählig ausserordentlich abnimmt. Die Corti'sche Membran der Schnecke erscheint in der Längsrichtung fein gestreift, und diese Streifen nehmen an den flügelförmigen Verbreiterungen einen schrägen Verlauf (Fig. 40 *b*). Die unter einander mehr oder minder parallelen Streifen sind nicht der Ausdruck einer Faserung, sondern feiner, leistenartiger Verdickungen zwischen den rundlichen Oeffnungen (Fig. 40) der blindgeschlossenen Canälchen, die bald etwas grösser, bald etwas kleiner, auch auf einen Theil der seitlichen Verbreiterung hinübergreifen, jedoch am Rande derselben verschwinden. Hier sind sie mehr flache Eindrücke, herrührend von den in der Umgebung der *macula* befindlichen anliegenden Zellen, während sie in der Mitte der Membran zur Aufnahme der Gehörhärchen dienen. Sie bilden weite, glockenförmige Räume, und zwar für jedes einzelne Haar einen gesonderten. Eine *membrana Corti* ohne Otolithen existirt nicht, wie es auch natürlich, wenn die Schnecke der Fische der *lagena* homolog, in welcher eine solche bei den höheren Wirbelthieren ebenso wenig für sich vorhanden war, sondern erst in dem Theile der Schnecke auftrat, der die *membrana basilaris* zeigt.

Dies die Verhältnisse des Sacks und der Schnecke bei *Perca* und den anderen Fischen aus den Familien *Gadus* und *Pleuronectes*, und ich

wende mich jetzt zur Schilderung der gleichen, sonderbar gestalteten Gebilde bei *Cyprinus*. Beide bilden (Fig. 3 *n l*, Fig. 42) ein untrennbares Ganze, allein, während bei den anderen Fischen der Sack in seinem Volumen weit das der Schnecke überwog, so sehen wir dagegen bei *Cyprinus* die Schnecke in dem unteren Theile des Gehörapparates (Fig. 3 *n*), der nur durch einen dünnen Stiel mit dem oberen zusammenhängt, weit den Sack (Fig. 3 *l*) überwiegen, der sich nur als kleiner Appendix darstellt und sich als solcher nur durch seine direkte Communication mit dem *utriculus* (Fig. 43 *a*) bewährt, während dann die Schnecke wieder durch eine eigene, alsbald zu beschreibende Oeffnung (Fig. 3 *m*, Fig. 43 *c*) mit dem Sacke in Verbindung steht, dagegen gar keine direkte Gemeinschaft mit dem *utriculus* hat. Die Schnecke stellt (Fig. 3 *n*, Fig. 43 *f*) eine flache, überdeckte Schale, der *sacculus* dagegen einen langen, dünnen Cylinder dar (Fig. 43 *d*, Fig. 45 *a*). Die Schnecke liegt an der Aussenwand der unteren Abtheilung des *sacculus*. Beide zusammen haben die Richtung von oben, vorne aussen, nach unten, hinten und innen, und sind so um ihre Längsaxe gedreht, dass sie mit ihren unteren und hinteren Rändern etwas medianwärts convergiren. Was die Communication mit dem *utriculus* betrifft, so habe ich schon früher erwähnt, dass dieselbe als eine trichterförmige Einziehung (Fig. 44 *a*) am Boden desselben gegenüber der Einmündung der Commissur der Bogengänge sich finde, ein Trichter, der von aussen nach innen etwas abgeplattet und wie die eigentliche Utricularwand überhaupt ziemlich dünnwandig erscheint. Gegen die nach unten gerichtete Spitze des Trichters verdickt sich die Wand nicht unbedeutend und geht in eine dicke, kurze, cylindrische Röhre über (Fig. 43 *a*), deren Lumen, wie erwähnt, so ausserordentlich eng (Fig. 44 *b*), dass es Lang nicht gelang, dasselbe zu entdecken, und dass nur mit feinen Sonden die Existenz desselben sich nachweisen lässt. Das Verbindungsrohr ist etwas nach hinten hin gewandt, so dass man bei dem Hineinsehen in den Trichter von oben denselben hinten ein wenig erheben muss, um im Grunde desselben die Oeffnung zu entdecken. Bei seiner Einmündung in den Sack erweitert es sich etwas, aber unbedeutend. Der Sack bildet hier ebenfalls eine kleine, nach oben gewandte, sich zuspitzende Einziehung. Die Wand der Röhre besteht aus Spindelknorpel, dem die Basalmembran nicht fehlt, welche wieder von einer Fortsetzung des Pflasterepithels des eigentlichen *utriculus* überkleidet ist.

Die cylindrische Röhre des Sacks (Fig. 43 *d*) erscheint leicht S-formig gebogen und erstreckt sich über die Verbindungsröhre mit dem *utriculus* hinaus nach vorne und oben unter den gewaltig aufgeblasenen *recessus utriculi*, jedoch nur bis unter die tiefste Stelle desselben und

erscheint hier wie bei den anderen Fischen (Fig. 42 *a*) spitz ausgezogen. Die Spitze ist abgerundet. Das obere, vordere Drittel desselben liegt innerhalb des innen häutig verschlossenen Theils der *cavitas vestibuli*, der Rest wie bei den anderen Fischen in der rings knöchern umschlossenen, unteren Abtheilung, ohne das Ende der inneren Wand derselben, der er in einer Furche anliegt, zu erreichen. Im Ganzen genommen lässt sich die Form des Sacks auf die einer langgestreckten Ellipse zurückführen, eine Form, die ja bei anderen Fischen sehr prägnant zum Vorschein kam. Ein Theil des Sacks, und zwar der höchstgelegene, hat vollständig selbständige, freie Wandungen, während dagegen die Wandungen des überwiegenden unteren Theils mit denen der Schnecke gemeinschaftlich sind. Der grösste Theil der oberen und etwa die Hälfte der äusseren ist ihm mit der Schnecke gemeinsam. Die Trennungslinie zwischen beiden Abtheilungen verläuft etwa 3 mm von der Einmündung der Verbindungsröhre in die obere Sackwand über die äussere nach unten, hinten bis zur vorderen Begrenzung einer rundlichen Oeffnung (Fig. 43 *c*), die Sack und Schnecke verbindet. Von da an überragt die Schnecke sowohl oben wie unten sackartig ausgedehnt, mit dem grössten Durchmesser am Ende die entsprechenden Sackwände. Der breiteste Schneckentheil, eben das Ende, überragt frei vorstehend (Fig. 42, Fig. 43) und den erweiterten Grund der unteren knöchernen Abtheilung der *cavitas vestibuli* ausfüllend das Ende des Sacks und besitzt somit, wie der Anfang dieses Theils, vollständig selbständige Wandungen. An successiven Querschnitten durch die beiden wichtigen zusammenhängenden Theile wird man anfänglich in der Gegend, wo die Verbindungsröhre mündet, einen reinen Schnitt durch den Sack (Fig. 47), in der Mitte desselben einen ähnlichen durch den innen gelegenen *sacculus* und die aussen liegende Schnecke (Fig. 48) als zwei neben einander gelegene Lumina bekommen, von denen, je weiter wir nach unten vorrücken (Fig. 46), das der Schnecke immer mehr das des Sacks überwiegt. Am Ende bekommen wir dann nur Schnitte durch die *cochlea*. Bei Querschnitten durch die Mitte (Fig. 46) bekommen wir täuschend ein Bild, wie bei Schnitten durch die Schnecke der höheren Thiere, namentlich der Schildkröten und Vögel aus der Nähe der *lagena*, wo die *scala tympani* rings vom Schneckenknorpel umschlossen ist. Diese ist in diesem Falle der Sack. Der Nervenast, welcher Sack und Schnecke gemeinschaftlich versorgt, erreicht von vorne, innen kommend die innere Sackwand unterhalb der Einmündungsstelle der Verbindungsröhre, lässt aber den nach vorne, oben gelegenen Sacktheil unversorgt und spaltet sich nun in zwei Aeste, die durch den gleich zu schildernden *sinus impar* (Fig. 42 *b*) getrennt werden. Der untere (Fig. 42 *f*) läuft an der Innenwand des Sacks

entlang in feine, schwer unterscheidbare, parallele Bündel ausstrahlend, die sich gegen das Sackende allmählig verlieren. Der andere (Fig. 42 *c*) legt sich in die Furche, die oben zwischen Sack und Schnecke bleibt, und strahlt fächerförmig in Bündel aufgelöst gegen den breiten Theil der Schneckeninnenfläche aus. Der Sacknerv liegt anfangs mehr der oberen Wand genähert, kommt aber im weiteren Verlaufe immer vollständiger an der Mitte der Innenwand zu liegen. Durch die Wand des Sacks sieht man, aber undeutlich, den nadelförmig gestalteten Otolithen (Fig. 49), deutlich dagegen durch die Aussenwand den rundlichen (Fig. 50) der Schnecke, und durch die Innenwand derselben den breiten Theil der *macula acustica* (Fig. 43 *f*).

Derjenige Theil des Sacks, welcher oberhalb der Einmündung der Communication mit dem *utriculus*, ein wenig nach oben, vorne ragt und zartwandiger erscheint, trägt an seiner Spitze (Fig. 42 *a*, Fig. 41) eine kleine, kuglige Verdickung, gleichsam ein Mützchen, welches sich ausserordentlich leicht löst, so dass es bei weniger sorgfältiger Präparation und Herausnahme des Gehörorgans den Anschein haben kann (Fig. 43 *b*), als sei der Sack an dieser Stelle offen. Es umhüllt die scharfe Spitze des Otolithen, der hier leicht nach aussen hin durchbricht. Von der Verbindung nach unten, hinten, am freien Sacktheile verdickt sich die obere und innere Wand ausserordentlich, während die untere und verhältnissmässig auch die äussere dünnwandig erscheinen. Von der Innenwand dieses Sacktheils springt horizontal nach aussen, mit breiter Basis sich erhebend, eine hohe Leiste vor (Fig. 47 *a*), bis etwa zur Hälfte des Abstandes der Aussen- von der Innenwand, die dann dort, wo Sack und Schnecke gemeinschaftliche Wandungen zu haben beginnen, allmählig bis zum oberen Umfange der Oeffnung, welche die beiden verbindet, verschwindet (Fig. 48 *b*), so dass im Endtheile des *sacculus* (Fig. 46 *c*) keine Spur derselben mehr nachzuweisen ist. Durch diese Leiste wird derselbe in seiner oberen Hälfte in zwei über einander gelegene Räume unvollständig getheilt. Im oberen beginnt allmählig der Nerv sich auszubreiten. In der unteren Sackhälfte verdünnt sich die äussere Wand desselben (Fig. 46), die die innere der Schnecke bildet, allmählig gegen die Mitte, während dagegen die obere und untere denselben Durchmesser beibehalten, die innere dagegen wie im oberen Theile (Fig. 52, Fig. 53 *b*) von ausserordentlicher Zartheit erscheint, so dass dieselbe selbst bei den geringfügigsten Anlässen zerreisst und dem Otolithen auszutreten gestattet. In der Mitte des Sacks an der Innenwand, jedoch mehr der oberen genähert, sieht man (Fig. 42 *b*, Fig. 45 *c*) am isolirten Labyrinthe eine trichterförmige Erhebung, auf deren Spitze ein medianwärts gewandtes, rundes Loch erscheint. Dieser Trichter ist die Hälfte der Röhre, welche

(Fig. 41 *e*) an der Schädelbasis die beiden Labyrinthe, speciell die *sacculi* mit einander verbindet, des *sinus impar*, zu dessen Beschreibung ich mich jetzt wende.

Der *sinus impar* (Fig. 41 *e*), wie ich nach dem Vorgange von E. H. Weber die untere Vereinigung der beiden häutigen Gehörorgane der *Cyprinoiden* nennen möchte, ist nicht ganz das, was dieser berühmte Forscher als solches beschrieb, sondern nur ein Theil desselben. In der *cavitas sinus imparis*, dem Raume, der zwischen den beiden knöchernen Abtheilungen der *cavitas vestibuli* bleibt, und der dann, wie ich schon beschrieben, durch eine Spalte gegen den Wirbelcanal hin, gegen das *atrium sinus imparis* (Weber), offen steht, in dessen Seitenwand eine Oeffnung sich findet, in der ein Theil der sonderbar modificirten Hämapophysen und *processus laterales* der ersten Wirbel, wie die Steigbügelplatte im *foramen ovale* eingelassen ist, liegt nach E. H. Weber der *sinus* als unpaarer Schlauch, der sich am vorderen Ende des Raums in zwei Schenkel spaltet, die sich in die innere Wand des unteren Theils des Gehörapparates öffnen. Letztere beide zusammen bilden meinen *sinus impar*, und es ist mir unmöglich gewesen, eine Fortsetzung in die *cavitas sinus imparis* (Weber) zu sehen, und somit sind mir denn auch Bedenken gegen seine geistreiche Theorie aufgetaucht, dass die auf der Unterfläche der ersten Wirbel befindlichen Knochen, die auf der einen Seite mit der Schwimmblase in Verbindung stehen, einen eigenthümlichen Schallzuleitungsapparat in der Weise der Gehörknöchelchen repräsentiren, und wenn ich auch nach meinen wenigen und noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen über diesen Apparat nichts weniger als geneigt bin, einer Autorität, wie Weber, definitiv entgegenzutreten, so finde ich doch, dass die Angelegenheit einer erneuten Prüfung unterzogen werden müsste. Aus Gründen, die ich alsbald auseinandersetzen will, neige ich mich mehr zu der Ansicht, dass der eigenthümliche, mit der Schwimmblase einerseits, mit der Rückenmarks- und somit der Gehirnhöhle andererseits in Verbindung stehende, knöcherne Apparat dazu bestimmt ist, die Fische zum Bewusstsein des Füllungszustandes und der Ausdehnung, resp. Verkleinerung der verschiedenen Stellen der Schwimmblase zu bringen, und sie in den Stand zu setzen, denselben zu reguliren, entweder durch Ausstossen eines Theils der Luft bei denen, die eine Verbindung mit der Rachenhöhle aufweisen, oder durch Verminderung und Vermehrung des Gewichts der auf dem Körper lastenden Wassersäule, durch Steigen oder Sinken, eine Einrichtung, deren Nutzen nicht zu verkennen, da ja, wie wir wissen, die Schwimmblase für die Bewegungen, selbst für das Leben der Fische von grosser Wichtigkeit. Eine Erweiterung oder Verengerung der Schwimmblase müsste natürlich den sogenannten Gehörknöchelchen-

apparat in Bewegung setzen, damit auch den in der Wand des *atrium sinus imparis* eingelassenen Stempel, und dieser die das *atrium* erfüllende und durch die *cavitas sinus imparis* mit der das Gehirn umspülenden Flüssigkeit in Verbindung stehende Lymphe oder *serum*. Der Druck auf dieselbe würde bald ein grösserer, bald ein geringerer sein, und dieser muss natürlich seinen Einfluss auf das umflossene Centralorgan haben. Sicherer und unmittelbarer könnte wenigstens meiner Ansicht nach der Zustand des wichtigen Schwimmapparates nicht zum Bewusstsein gebracht werden, wie durch einen solchen sinnreichen Apparat, der auf die geringste Veränderung des anliegenden Organs reagirt, dessen Wandungen ja, wie wir wissen, nur durch geringfügige Aeste des *vagus,* also eines wesentlich centrifugal leitenden Nerven versorgt werden, und so viel man weiss, keine sensiblen, zum Gehirn oder Rückenmark leitenden Nerven bekommen.

Der *sinus impar* ist nach meiner Auffassung nur eine einfache, kurze, cylindrische, dünnhäutige Verbindungsröhre zwischen den *sacculi* beider Seiten, die von der Mitte der Innenwand aus der vorhin erwähnten, trichterförmigen Erhebung hervorgehend zu der gleichen der anderen Seite sich begiebt und unmittelbar unterhalb des Anfangs der *medulla oblongata* an dem vorderen Rande der Knochenplatte liegt, die sich, wie wir gesehen, als Dach über die *cavitas sinus imparis* (Weber) hinüberschlägt und der *medulla* zum Widerlager dient. Der *sinus* tritt nur zu dem hinteren Theile der Oeffnung dieses Raumes in das *cavum cranii* in Beziehung und verengt den Umfang derselben, während an der Seitenwand das Gleiche durch die innere, häutige Begrenzung der oberen Abtheilung der *cavitas vestibuli* geschieht. Nie habe ich den *sinus impar* sich in eine, in der *cavitas* gelegene Röhre fortsetzen sehen, wohl aber sah ich denselben von einem gelblichen, ölhaltigen Gewebe umgeben, welches sich strang- oder röhrenartig in das *cavum* fortsetzte und dann durch die hintere Oeffnung des Raumes in den Rückenmarkscanal, speciell das *atrium sinus imparis* sich fortsetzte. Ueber die eigentliche Natur desselben, welches ein dichtes Maschennetz, aber keinen Hohlcylinder repräsentirte, bin ich nicht vollständig im Klaren, allein ich glaube, es ist eine Fortsetzung des Arachnoidealgewebes und würde somit eine eigenthümliche lymph- oder serumhaltige Bahn sein, die die Lymph- oder Serumräume des Schädels mit denen des Rückenmarks in Verbindung setzt, auf einem anderen Wege, als dem gewöhnlichen durch das grosse Hinterhauptsloch, und die zugleich an der Oeffnung vorbeizieht, in der der sogenannte Gehörknöchelchenapparat befestigt ist. Aus diesem Gewebe lässt sich, wenn auch mit einiger Mühe, doch vollkommen gut und ohne jegliche Spur einer Verletzung, die auf eine Fortsetzung des

Lumens schliessen liesse, der *sinus impar* isoliren. Auf die lymphatische Flüssigkeit des Arachnoidealraums wird demnach von Seiten des mit der Schwimmblase in Verbindung stehenden Apparates ein Druck ausgeübt, der je nach dem Zustande der *vesica* vermehrt oder vermindert wird, und dieser würde sich durch die *cavitas sinus imparis* auf die Basis des Gehirns fortpflanzen, damit freilich auch auf die dort befindliche Verbindungsröhre der beiden Labyrinthe. Somit könnte man auf einem Umwege an eine Auslösung der Gehörempfindung durch den *sinus impar* denken, allein derselbe ist abgesehen von der Entfernung von der Stelle der Erregung der Druckdifferenzen so ungünstig angeordnet, zugleich so eng, dass man wohl kaum an die Erregung der Gehörempfindungen auf diesem Wege, als an das Wesentlichste denken dürfte. Die Bewegung der Flüssigkeit geht unter ihm weg. Mag dem nun sein, wie ihm wolle, nach Bestätigung der so eben geschilderten anatomischen Verhältnisse käme es darauf an, wo möglich auf experimentellem Wege über die Druckverhältnisse im Inneren des *cavum cranii* dieser Fische etwas zu ergründen.

So eigenthümlich nun diese Communication erscheint, so glaube ich doch, dass sie ihre Erklärung auf dieselbe Weise findet, wie die Verbindung der Commissur der Bogengänge bei den *Clupeiden.* Jedenfalls ist die Erklärung der Erscheinung auf entwicklungsgeschichtlichem Gebiete zu suchen. Die Bildung wird sich wohl als eine secundäre herausstellen. Die Labyrinthblasen der beiden Seiten wachsen mit ihren unteren Theilen unterhalb des Gehirns, oberhalb des Occipitalwirbels so rasch einander entgegen, dass sie sich an einer Stelle berühren, bevor ein anderer sich entwickelnder und zur Umschliessung dienender Theil oder das Gehirn Zeit findet, die Verbindung zu hindern, oder durch seine Breitenentwicklung eine Trennung der beiden aufrecht zu erhalten. Das Bildungsgewebe der Gehörapparate verschmilzt an der Berührungsstelle, die *lumina* öffnen sich in einander, allein jetzt werden die Labyrinthe durch die Breitenentwicklung des Schädelraums, bedingt durch die Volumsvermehrung des Gehirns und der dasselbe umgebenden Theile, aus einander gedrängt, die Verbindung entwickelt sich durch Wachsthum der Zellelemente an der betreffenden Stelle zu einer Röhre. Die Wand des *sinus impar* besteht aus einfachem Bindegewebe, wie es an den verschiedensten Stellen aus der Spindelknorpelmasse des Labyrinthes hervorgeht, mit einer feinen Basalmembran, die dann wieder von einem einfachen Pflasterepithel bekleidet ist.

Gehen wir nun zu den histologischen Verhältnissen des Sacks über, so finden wir, wie erwähnt, den Nerven unterhalb (Fig. 42 *f*) der Mündung des *sinus impar,* anfänglich an der Oberwand sich aus-

breiten und dann allmählig auf den unteren Theil der Innenwand heruntersteigen und sich dort gegen das blindgeschlossene, kuppelförmig abgerundete Ende pinselförmig ausstrahlend (Fig. 42 *d*) an der Wand verlieren. Er entspricht einer *macula acustica*, die fast die ganze Länge des Sacks einnimmt und im oberen Theile des Sacks oben, im unteren Theile innen, oben an der Wand gelagert ist. Der äussere Theil der Sackwand besteht dort, wo die Verbindungsröhre mit dem *utriculus* einmündet, aus einer ungemein mächtigen Spindelknorpelmasse, die von zahlreichen Gefässen der Länge nach durchsetzt wird, und dasselbe ist, wenn auch nicht in dem Grade, namentlich nicht in der Mitte dort der Fall, wo Innenwand der Schnecke und Aussenwand des Sacks eine Masse bilden. Gegen das Ende des Sacks nimmt die Wand allmählig an Dicke ab, ohne ihren knorpligen Charakter zu ändern. Der mittlere Theil der Innenwand zeigt sich namentlich im unteren Sacktheile in weiterer Ausdehnung wie im oberen ausserordentlich zart (Fig. 53 *b*), aus dem Bindegewebe bestehend, welches durch allmählige Umwandlung der Intercellularsubstanz und der Zellen des Knorpels zu Stande kommt, und dasselbe ist namentlich in der Mitte des Sacks so ausserordentlich zart, dass es sich auf dem Querschnitte nur mit grosser Mühe nachweisen lässt. Es wird oft von reichlichen Gefässen bedeckt. Die Mitte der Aussenwand ist in ihrem unteren Theile (Fig. 43 *c*) durch die ovale Oeffnung, welche in die Schnecke hineinführt, unterbrochen. In der unteren Sackhälfte (Fig. 46 *c*) erscheint das Lumen auf dem Querschnitte oval, mit der längsten Axe von oben nach unten, während im oberen Theile durch die sehr hervortretende Leiste die Regelmässigkeit des Binnenraums unterbrochen wird. Die ganze Innenfläche der Sackwand ist wieder durch eine zarte, homogene Basalmembran von dem Epithel geschieden. Dieses ist namentlich aussen ein einfaches Pflasterepithel, welches sich aber an den übrigen Stellen bis zur Umgebung der *macula acustica* zu einem niedrigen Cylinderepithel erhebt (Fig. 53), und dieses zeigt dann die charakteristischen Zellformen, die wir schon so oft in dem Gehörorgane der Fische und bei anderen Thieren getroffen. Zwischen den hellen Cylindern sieht man reichlich pigmentirte, flaschenförmige Zellen, entweder einzeln oder in Gruppen zusammenstehend eingelagert, und auf dem Querschnitte scheinen diese sogar den Hauptbestandtheil des Zelllagers auszumachen. Der Charakter ändert sich selbst in der unmittelbaren Umgebung der *macula* (Fig. 53 *a*) nicht, mit der einzigen Ausnahme, dass die beiden Zellformen immer länger werden. Ihr runder, dunkler Kern mit kleinen Kernkörperchen liegt im Grunde am Basalsaume.

Wegen der grossen Schwierigkeit der Anfertigung feiner Quer-

schnitte durch den Sack ist es mir nicht gelungen, die einzelnen Elemente der *macula acustica* hinreichend isolirt darzustellen, allein ich habe doch so viel gesehen, dass ich behaupten kann, dass principielle Abweichungen sich nicht finden. Die Nervenfasern, die aus bipolaren Ganglienzellen hervorgehen und zu wenigen in kleine Bündel vereinigt (Fig. 48 *c*), senkrecht, oder leicht gekrümmt die Knorpelmasse als dunkel contourirte Fasern durchsetzen, bilden keinen reichen Plexus, sie steigen gegen die Basalmembran auf, biegen selten unterhalb derselben schlingenförmig um und verlieren ebenso wenig häufig ihre Markscheide, sondern treten mit dem ursprünglichen Aussehen ins Epithel, ohne dass ich mit Sicherheit das weitere Verhalten und die Endigung derselben feststellen konnte. Jedenfalls begeben sie sich über die basalen Enden der Zahnzellen hinaus, die sich auch hier finden und die mit Haaren versehenen Stäbchenzellen isoliren. Wahrscheinlich treten sie auch hier als dunkel contourirte Fasern in den von den Zahnzellen gebildeten protoplasmatischen Maschenraum, breiten sich aus, werden blass, theilen sich und treten an das untere Ende der oftmals weit von der Durchtrittsstelle entfernten Stäbchenzellen.

Der durch die ausserordentlich leicht zerreissliche Binnenwand oftmals hindurchschlüpfende Otolith scheint den Raum des Sacks vollkommen auszufüllen und ist ein langes, dolchartiges Kalkstäbchen (Fig. 49), welches namentlich gegen den Anfang des Sacks, wo der *utriculus* einmündet, ausserordentlich spitz wird. Er zeigt auf der der *macula* zugewandten Fläche eine Einziehung, deren Form dem Gehörflecke entspricht, und in derselben befindet sich eine zarte Cuticularmembran von demselben histologischen Charakter, wie die des Sacks von *Perca*, mit denselben rundlichen Oeffnungen, den Eingängen in die glockenförmigen Hohlräume, die die Härchen der Stäbchenzellen einzeln umgeben. Sie ist vollkommen homogen, ohne Streifung. Ich habe sie auch hier nicht als eine Sackmembran um den Otolithen herumgehen sehen, wohl aber habe ich einmal eine auffallende Eigenthümlichkeit dieses und des Schneckenotolithen beobachtet. Die Kalksalze fehlten, und während im Uebrigen die Form des Otolithen dieselbe war, zeigte er eine Consistenz wie steife Gallerte, ein Verhältniss, welches mir an anderen Exemplaren nie wieder zu finden gelang. Die Otolithenmembran oder die *membrana tectoria* ruht dem Epithel der *macula* unmittelbar auf.

Die elliptische, von aussen nach innen etwas abgeplattete Schnecke, deren Innenwand zum Theil mit der unteren Hälfte des Sacks verschmolzen und deren Spitze nach vorne, oben, deren Basis nach hinten, unten kehrt (Fig. 3 *n*, Fig. 48), hat, wie erwähnt, eine ausserordentlich zarte Wand, die der *membrana Reissneri* homolog ist und sich

gegen die Innenwand hin ziemlich plötzlich verdickt. Diese hat an der Einmündungsstelle des Sacks einen geringeren Durchmesser und besteht aus Spindelknorpel, während die äussere (Fig. 46 *a*) aus dem bekannten homogenen Bindegewebe mit sparsam eingestreuten, rundlichen oder spindelförmigen Zellen besteht. Der obere, untere und hintere Rand sind scharf. In der Nähe der Spitze des Eis an der Innenwand, nach vorn findet sich die Communication mit dem Sacke, durch die das indifferente, pflasterförmige Sackepithel sich continuirlich hereinzieht. An der Spitze der eiförmigen Schale ist die Innenwand beträchtlich dick, nimmt dagegen gegen das Ende hin continuirlich an Durchmesser ab. An derselben sieht man mit ihrer grossen Masse (Fig. 43 *f*), oberhalb des mit dem Sacke gemeinsamen Stückes der Innenwand die rundliche, gelblich tingirte *macula acustica*, die niemals auf einer Leiste sitzt (Fig. 46 *d*). Gegen diese breitet sich der Nerv fächerförmig aus (Fig. 42 *c*), dessen Stamm oberhalb des *sinus impar* liegt und ebenfalls reichlich bipolare Ganglienzellen einschliesst. Die Fasern treten in schräg von oben, vorne nach unten, hinten ziehender Richtung in die Knorpelmasse der Binnenwand ein und steigen dann senkrecht gegen die den Binnenraum auskleidende Basalmembran auf, ohne ihre Markscheide zu verlieren, ohne sich zu verflechten und ohne dicht unter derselben regelrecht Schlingen zu bilden. Dagegen werden sie von zahlreichen Gefässen durchsetzt, die sich namentlich reichlich an der Stelle des Nerveneintritts in der Knorpelsubstanz finden und hier ein reiches Maschennetz bilden, welches auch, wenn auch nicht so ausgeprägt, an den übrigen Theilen der knorpligen Wand vorkommt. Ebenso wenig hier, wie an der Innenwand der Schnecke von *Perca*, lässt sich irgend etwas einer Basilarmembran Homologes entdecken, und auch bei *Cyprinus* ist dieser Theil mehr der *lagena* der höheren Thiere, als irgend etwas anderem, gleich zu setzen. Die leicht gewölbte, zarte Aussenwand lässt sich leicht rings an der Peripherie der inneren ablösen, die dann als eine flache Schale zurückbleibt. Der durchschimmernde Otolith füllt nicht den ganzen Binnenraum aus, sondern an der inneren Wand anliegend bleibt zwischen ihm und der äusseren ein verhältnissmässig grosser, mit Flüssigkeit gefüllter, endolymphatischer Raum. Die Krümmung der Ränder der Schnecke ist oben stärker, unten geringer, die Ellipse demnach nach oben hin etwas verzogen. Das einfache, der Basalmembran der Aussenwand aufsitzende Pflasterepithel geht auch hier gegen die innen gelegene, rundliche *macula* allmählig in ein cylindrisches Epithel über, welches an der Peripherie des Gehörflecks seine grösste Höhe erreicht, in ähnlicher Weise, wie ich es vom *sacculus* dieser Thiere und von *Perca* beschrieben. Was die *macula acustica* betrifft, so ist es mir hier besser, wie im Sack

gelungen (Fig. 52 *d*), die constituirenden Bestandtheile, Stäbchen und Zahnzellen und deren protoplasmatisches, von dunkelrandigen Nervenfasern durchsetztes Netzwerk nachzuweisen. Es würde eine ausführliche Beschreibung der Elemente der *macula* nur eine einfache Wiederholung dessen sein, was ich über das gleiche Gebilde aus dem *sacculus* und *utriculus* von *Perca* erwähnt, und somit glaube ich mich auf das dort Gesagte beziehen zu dürfen. Der rundliche, gegen die Spitze hin mit einem kleinen Stachel versehene, radiärgestreifte Otolith (Fig. 50) zeigte sich mir einmal wie im Sack, ohne seine Form zu ändern, als dickliche, kalklose Gallerte, und lässt sich auch hier auf seiner der Innenwand zugekehrten Fläche eine der Form der *macula* entsprechende rundliche Vertiefung erkennen (Fig. 50 *a*), und in dieser liegt, oft dem Nervenepithel innig anhaftend (Fig. 54), ebenso wie im *sacculus*, eine reticuläre Otolithenmembran, eine *membrana tectoria s. Corti*. Die rundlichen Lücken dieser Membran, die auch hier in blindgeschlossene, weite, die Härchen einzeln umfassende Einsenkungen hineinführen, sind bald grösser, bald kleiner (Fig. 54 *a*, *b*). Die Membran ist vollkommen homogen, ohne Streifung, und die kleineren unter den Lücken scheinen mir dazu bestimmt, die hie und da etwas mehr hervorragenden, keulenförmig verdickten Enden der Zahnzellen aufzunehmen. Auch hier habe ich diese Membran nie ganz um den Otolithen als Sackmembran herumziehen sehen, und ich habe dieselbe auch nicht über den Bereich der *macula* verfolgen können, obgleich letzteres recht gut der Fall sein könnte.

Dies die beiden Haupttypen des Gehörorgans der Teleostier, wenigstens scheint mir nach den ausführlichen, über fast alle Gattungen sich verbreitenden Untersuchungen von E. H. Weber und Breschet keine dritte vorzukommen, und wenn man namentlich ihre Abbildungen mit den von mir gegebenen und mit meiner Beschreibung vergleicht, so wird man finden, dass die Deutung der Theile und die vergleichend anatomischen Gesichtspunkte wohl etwas verschieden, allein dass sonst keiner ihrer Befunde mit den hier dargelegten in schreiendem Widerspruche steht. Man kann einfach meine Benennungen auf die von ihnen untersuchten Fische anwenden. Sie zeigen alle die drei Bogengänge mit ihren zusammenstehenden Ampullen vorne, die alleinstehende hinten, und zwischen ihnen, oder mehr der letzteren genähert, die Commissur. Unter den zusammenstehenden Ampullen der *recessus utriculi* mit der *macula acustica* als Theil des *utriculus*, in den von oben her die Commissur der Bogengänge nach rechtwinkliger Aufnahme des horizontalen Ganges, von hinten her die frontale Ampulle, oft mit einer kleinen Röhre einmündet. Der Commissur gegenüber an der unteren Wand die Communication mit dem Sacke, und von diesem

hinten, unten ausgehend in den mannigfaltigsten Formen die Schnecke, die an Caliber wie bei *Cyprinus* den Sack weit übertreffen oder hinter ihm zurückstehen kann. Nur bei einigen finden wir oben und unten eine Communication der beiden Labyrinthe oder bloss unten. Ein wesentliches Gebilde, was aber bei dem häutigen Verschlusse der Labyrinthhöhle gegenüber dem *cavum cranii* nicht überraschen kann, habe ich fehlen sehen, den *aquaeductus vestibuli* und *cochleae*. Zeigen nun somit die Teleostier nichts von dem allgemeinen Plane des Gehörorgans der Wirbelthiere principiell Abweichendes, so ist dasselbe bei den *Ganoiden* auch nicht der Fall, und ich brauche da bloss die schönen Abbildungen von Breschet über *Accipenser sturio* und *huso* zur Vergleichung heranzuziehen, und es wird auf den ersten Blick einleuchten, dass in dem makroskopischen Verhalten selbst der Labyrinthkapsel keine wesentlichen Differenzen sind, und somit ist es auch wohl wahrscheinlich, dass die histologischen Verhältnisse übereinstimmen. Auch hier finden sich die Bogengänge, die Ampullen, der *utriculus* mit seinem *recessus*, der *sacculus* und die Schnecke (*cysticule* Breschet) auf ähnliche Weise und in denselben gegenseitigen Lagerungsverhältnissen wie bei *Perca*. Somit bleiben nur die *Plagiostomen*, die ja eine vollkommen geschlossene, knorplige Gehörkapsel besitzen, zu betrachten übrig. Die Darstellungen, namentlich E. H. Weber's und Breschet's, geben ausserordentlich schätzenswerthe Anhaltspunkte, die aber gegenüber einer Arbeit des Kopenhagener Anatomen Ibsen, die ich der Güte des Herrn Dr. Bergh verdanke, zurückstehen müssen. Diese behandelt vom vergleichend anatomischen Standpunkte aus den Bau des Gehörorgans durch sämmtliche Wirbelthierclassen und bietet für das Jahr ihrer Entstehung, 1846, eine solche Fülle neuer Gesichtspunkte, die im Wesentlichen mit den meinen übereinstimmen, dass man staunen muss über den Scharfsinn und Fleiss, den dieser Forscher entwickelt, und ich kann nur bedauern, dass die Arbeit, die eine Zierde der dänischen naturwissenschaftlichen Literatur bildet, nur in Gestalt mehrerer Tafeln mit ausführlicher, aber genügende Anhaltspunkte darbietender Tafelerklärung das Tageslicht erblickte und nur in wenigen Exemplaren gedruckt und an Freunde vertheilt wurde. Die Arbeit bietet noch heute Neues in überraschender Fülle, und sie steht auf diesem Gebiete als das mustergiltigste Zeugniss gesunder vergleichend anatomischer Anschauungen und anatomischer Technik da. Die Tafeln haben mir in allen den Classen, in denen mir das Material nicht so zu Gebote stand, als eine Ergänzung gedient, die mir um so willkommener war, als ich daran die Richtigkeit meiner Ansichten prüfen konnte. Dies gilt namentlich auch für die Plagiostomen. Die beiden zusammenstehenden Ampullen liegen vorne, oben, die alleinstehende hinten, verbunden

durch den *utriculus*, dessen *recessus* auch hier nach unten, hinten von den ersteren befindlich gegenüber den übrigen Utriculartheilen eine beträchtliche Ausdehnung besitzt. Auffallend ist nur die colossale Länge der Röhre, mit der die alleinstehende Ampulle in den *utriculus* mündet, in den von oben her auch hier die Commissur sich einsenkt, die zuerst aus dem Zusammenflusse der verticalen Gänge entsteht und die dann an ihrem Ende auch hier unter einem rechten Winkel den horizontalen Gang aufnimmt. Der Sack communicirt gegenüber der Einmündung der Commissur unten wie es scheint mit weiter Oeffnung, und hat eine sehr beträchtliche Ausdehnung nach oben sowohl, wie nach unten, und aus dessen hinterem, unteren Umfange erhebt sich, jedoch wie bei *Perca* nur als ein unbedeutender, kleiner Appendix, die Schnecke. Die Otolithen bilden keine zusammenhängende Masse. Der *nervus acusticus* ist auch hier in zwei Aeste, einen für die zusammenstehenden Ampullen und den *recessus utriculi* (*ramus vestibularis*), und einen für die frontale Ampulle, den Sack und die Schnecke, gerade wie bei den übrigen Fischen und den Fröschen (*ramus cochlearis*), getheilt. Das Ganze ist von dem knorpligen Gehäuse umgeben, in dem das Labyrinth excentrisch lagert, die Bogengänge mit der convexen Seite anliegend, wie aus den Abbildungen E. H. Weber's erhellt. An diesem Gehäuse habe ich vergebens nach einer *apertura aquaeductus cochleae* oder einem *foramen rotundum* gesucht. Leider war mein Untersuchnngsmaterial bis jetzt so wenig ausreichend, dass ich dieselbe leicht übersehen haben könnte. Ich kann einstweilen nicht dringend genug die Aufmerksamkeit anderer, günstiger, situirter Forscher darauf hinleiten.

Dafür aber haben wir die *apertura aquaeductus vestibuli* am Ende des von Breschet sogenannten *canal du tube ascendent*, des bei den Plagiostomen in starker Entwicklung persistirenden *recessus labyrinthi*, wie Rathke nachgewiesen, auf der Oberfläche des Gehäuses, und somit der Schädelkapsel. Dieser Canal ist, wie ich alsbald weiter ausführen werde, der *aquaeductus vestibuli*, eine Meinung, die auch Ibsen schon in seiner Abhandlung aufgestellt. Aus seinen ausgezeichneten Abbildungen geht hervor, dass sich derselbe aus zwei Röhren zusammensetzt, einer kurzen, die an der hinteren Begrenzung des *recessus utriculi* hinten, innen entspringt und einer anderen, die an der unteren Fläche des Sacks vorne, innen entspringend um denselben herumläuft, um sich mit der anderen zu einer zu vereinigen, die an der inneren Seite der Bogengangcommissur emporsteigend, den bekannten von E. H. Weber und Breschet beschriebenen Verlauf nimmt. Er ist also im Stande, die Endolymphe aus der Labyrinthkapsel heraus gegen die Peripherie zu leiten, oder wenn man will, und wie es wohl richtiger,

er vermag Flüssigkeit von der Peripherie in die Labyrinthkapsel, ins häutige Labyrinth zur Endolymphe zu leiten. Es wäre sehr von Interesse dabei zu untersuchen, ob, abgesehen von der Schädeloberfläche, noch eine Communication dieses Canals mit dem Schädelraume vorhanden wäre. Ganz denselben Gang hat Ibsen bei den Nattern, bei den Schildkröten, den Crocodilen und den Menschen nachgewiesen, und zwar immer vom *vestibulum* ausgehend und in die Oeffnung, die in den Schädelraum führt, sich begebend, die allgemein als *apertura aquaeductus vestibuli* bezeichnet wird. Freilich beschreibt er bei den Vögeln einen Gang als *aquaeductus* von der Schnecke ausgehend, allein ich glaube, er hat hier den *canalis reuniens* gesehen, denn entwicklungsgeschichtlich ist es nicht möglich, dass derselbe aus der Schnecke oder aus den Bogengängen oder den Ampullen entstände, da dies erst secundäre Bildungen der primären Gehörblase sind, während das *vestibulum*, wenn man will, der letzte Rest derselben ist. Er muss daher immer entweder aus dem *utriculus* oder dem *sacculus*, soweit diese differenzirt, kommen, oder, wie es bei den Plagiostomen und nach den Untersuchungen von Böttcher [1]) bei den Menschen der Fall, aus beiden kommen. Bei den Plagiostomen zeigt dieser Gang die Mündung auf der Labyrinth- und Schädeloberfläche. Anders schon in der nächstfolgenden Classe der Batrachier, wo die *apertura aquaeductus vestibuli* auf der Innenwand sich findet, was wahrscheinlich mit dem Wachsthume des Schädelraums nach oben, aussen zusammenhängt, wobei sich gleichzeitig der *recessus* verlängern müsste, um an der Schädeloberfläche zu münden. Er wird durch das Wachsthum des Schädelraums, mit dem das seine nicht gleichen Schritt hält, von der Oberfläche gleichsam abgerissen und kommt durch das Ueberwachsen des *cavum cranii* über die Oberfläche des Gehörapparates in oder an diesem zu liegen. Dabei will ich nun freilich ein Bedenken nicht unterdrücken, welches von erheblichem Gewicht, und wenn es auch nicht die ganze Anschauung unbedingt stürzt, dennoch dringend weitere Untersuchungen, die später folgen sollen, fordert. Wenn die Ansicht richtig, dass der *aquaeductus vestibuli* dem *recessus labyrinthi* gleich, und der *canal du tube ascendent* der Plagiostomen den *aquaeductus* repräsentirt, so müsste derselbe sich auch bei den niederen Formen, die noch eine ausgedehnte Gehörorgankapsel besitzen, also bei den *Cyclostomen* auf dieselbe Weise finden, also an der Schädel- und Labyrinthoberfläche münden. Ketel hat nun aber bis jetzt nachgewiesen, dass allerdings der *aquaeductus vestibuli* auf dieselbe Weise wie bei den höheren Wirbelthieren

[1]) Ueber den *aquaeductus vestibuli* bei Katzen und Menschen. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1869.

von dem Vorhofe ausgehend oder in den endolymphatischen Raum desselben mündend sich findet, allein derselbe geht in das *cavum cranii,* nicht dagegen wie bei den Plagiostomen an die Oberfläche. Da helfen nach den bisherigen Beobachtungen nur zwei Annahmen, und es wäre äusserst wichtig den entwicklungsgeschichtlichen Nachweis zu führen, entweder ist zu einer frühen Periode der *aquaeductus* bei den *Cyclostomen* zur Schädeloberfläche gegangen und erst später durch die stärkere Entwicklung des Schädelraums in diesen gelangt, oder der *canal du tube ascendent* ist wohl der *recessus labyrinthi,* aber nicht dem *aquaeductus vestibuli* homolog, wäre, wenn ich mich so ausdrücken soll, bei Thieren mit geschlossener Labyrinthkapsel ein neuer Versuch der Natur mit entwicklungsgeschichtlich gegebenen Elementen eine neue Form des Schallzuleitungsapparates statt der Paukenhöhle zu construiren, welche sich wegen des vorhandenen Kiemenapparates unmöglich bei den höheren Thieren bilden konnte, ein Versuch, der gleichsam nicht weiter fortgesetzt, mit der Classe der Plagiostomen endet. Dies ist freilich immer nur ein Bild, das sich noch nicht dem Kerne der Sache nähert. Ich neige mich bis auf weitere Untersuchungen mehr der ersteren Ansicht zu, wenn ich auch glaube, dass der *canal* der Plagiostomen neben der alsbald zu erörternden Funktion auch bei dem vollkommen geschlossenen Gehäuse als Schallzuleitungsapparat dient, und ich will so lange daran festhalten, bis auf diesen Punkt gerichtete entwicklungsgeschichtliche Studien bei den *Cyclostomen* dieselbe widerlegt. Sehen wir nun bei diesen, bei den Knorpelfischen, bei den Eidechsen, Crocodilen, den Säugern und den Menschen, nach Ibsen auch bei den Schildkröten, und ich bedaure diesmal bei meinen Untersuchungen nicht sorgfältig genug auf diesen Punkt geachtet zu haben, um es bestätigen zu können, was sonst gewiss der Fall gewesen wäre, den *aquaeductus vestibuli* auftreten, also bei der überwiegenden Mehrzahl der Thiere, die ausgiebig knorplig oder knöchern verschlossene Labyrinthkapseln besitzen, so ist es wohl mehr wie wahrscheinlich bei der Constanz des Gebildes, dass auch die Batrachier und Vögel, die beide eine *apertura aquaeductus vestibuli* besitzen, eine solche bei eingehenderen, auf diesen Punkt gerichteten Untersuchungen, die im nächsten Hefte folgen, aufweisen werden, und somit bleiben nur die Teleostier übrig, denen es fehlt, denn ich habe trotz specieller Aufmerksamkeit nie ein solches wahrnehmen können, allein ich glaube, dass dieses Paradoxon seine Lösung findet, wenn man die Funktion der sogenannten Vorhofswasserleitung näher ins Auge fasst, im Zusammenhalte damit, dass dieselbe durch gleichsam Reduktion der ursprünglich weiten Röhre der primären Labyrinthblase entstanden ist, man sich also wohl Thiere denken könnte, bei denen dieselbe vollständig fehlt, vor-

ausgesetzt, dass den physiologischen Zwecken, denen sie im erwachsenen Zustande dient, anderweitig Genüge geschehen ist, nach dem Satze, dass Nichtgebrauch eines Organs das Verschwinden desselben im Organismus, mindestens dessen Verkümmerung mit sich führt.

Was nun die Funktion des *aquaeductus vestibuli* betrifft, so dient er meiner Ansicht nach dazu, bei denjenigen Thieren, die ein ausgedehnteres oder vollkommen geschlossenes, mehr oder minder undurchgängiges Gehäuse besitzen, einen serösen oder lymphatischen Strom ins Innere des häutigen Gehörapparates zu leiten, also die Endolymphe zu erneuern, allein das ist nur dadurch möglich, dass in demselben Maasse, wie Flüssigkeit zugeführt, solche auch wieder abgeführt wird, sei es durch eine Abflussröhre aus dem endolymphatischen Raume oder durch Exosmose in das *cavum perilymphaticum* hinein, und von da wieder aus dem Gehäuse auf irgend einem Wege hinaus. Solche Wege besitzen wir bei den Vögeln mit geschlossenem *foramen rotundum* und bei dem Menschen in dem *aquaeductus cochleae*, der aus dem *cavum perilymphaticum* gegen das *foramen jugulare* hin leitet und hier, wie ich vorläufig aus Analogie mit niederen Wirbelthieren glaube, mit einem Lymphgefässe oder mit einem perivasculären Raume um die *jugularis* herum in Verbindung steht. Bei den Vögeln mit offenem *foramen rotundum* geht der Hauptabfluss, abgesehen durch die Schneckenwasserleitung, durch dieses ebenfalls gegen das *foramen jugulare* oder den *recessus scalae tympani*, und dann mit der *jugularis* vom Schädel weg, und bei den Schildkröten und Eidechsen gelang es ja sogar aus dem perilymphatischen Raume durch das *foramen rotundum* eine Röhre, *canalis lymphaticus*, zu einem eigenen, im *recessus scalae* gelegenen lymphatischen Gefässe zu verfolgen. Wir sehen also bei allen Thieren mit vollkommen geschlossenem Gehäuse einen Weg für den Zu- und Abfluss der Flüssigkeit, die eingeschoben in die Bahn des lymphatischen Systems eine continuirliche Strömung im Gehörorgane zeigt. Nur bei den Plagiostomen habe ich wie gesagt bis jetzt kein *foramen rotundum* oder eine *apertura aquaeductus cochleae* nachweisen können. Möchten doch Forscher, denen reichliches Material zu Gebote steht, auf diesen wichtigen Punkt achten oder die Möglichkeit des Abflusses auf einem anderen Wege nachweisen. Bei den Teleostiern fehlt die Zu- und Abflussröhre, sie ist überflüssig, denn durch die zarte Wand des Gehäuses vermag die Flüssigkeit der Endolymphe in continuirlicher Bewegung durch Endos- und Exosmose reichlich ein- und auszuströmen und von dem *cavum perilymphaticum* durch die zarte Grenzmembran gegen das *cavum cranii*, auf dessen Beziehung zum Lymphsysteme ich alsbald zu sprechen komme, weiter zu dringen. Bei den *Cyclostomen* tritt der *aquaeductus vestibuli* auf, auch der *cochleae* ist wenigstens bei *Petromyzon* vorhan-

den, und dieses Verbundensein der Schnecken- und der Vorhofswasserleitung, wie wir sehen werden, zu einem scheinbar einfachen Canal scheint mir ein Wink zu sein, da *Petromyzon* auch in anderen Beziehungen den *Plagiostomen* nahe steht, dass auch bei ihnen möglicherweise am *canal du tube ascendent* ein zweiter Canal sich nachweisen liesse, wofür auch in Folge Ibsen's Beobachtungen das zweifache Entstehen desselben aus Sack und *utriculus* spricht.

Die hier vorläufig geäusserten Ansichten über die continuirliche, gleichmässige Strömung der Flüssigkeit vor allen Dingen im Inneren des häutigen Gehörorgans, in dem sich die Nervenenden finden, ferner die Auffassung derselben als eine lymphatische sind neu, allein ich glaube durchaus nicht aus dem Wege liegend, weil man von vorne herein annehmen muss, dass die ausgedehnten Flüssigkeitsmassen der Endo- und Perilymphe sich beständig erneuern und somit direkt oder indirekt durch gröbere oder feinere Wege mit Bahnen des Kreislaufs, sei es des Bluts oder der Lymphe, wenn man unter diese nicht bloss die lymphkörperchenhaltige Flüssigkeit, sondern auch die seröse begreift, communiciren. Zu- und Abflusswege müssen sich finden, dieselben sind aber bei den meisten Wirbelthieren nicht fein, so dass man nur endos- und exosmotische Strömungen annehmen muss, sondern verhältnissmässig weite, deutlich nachweisbare Röhren. Bei den meisten Wirbelthieren geht die eine, die in den endolymphatischen Raum mündet, in die Schädelhöhle, die andere dagegen an die Peripherie des Schädels zum *foramen jugulare* hinaus, oft in ein deutlich nachweisbares Gefäss über, es fragt sich nur, woher erstere kommt, mit welcher Räumlichkeit oder mit welchem Gefässe dieselbe in Verbindung tritt. Ich gestehe, über diesen wichtigen Punkt bis jetzt keine vollkommen klare Anschauung zu besitzen, nur so viel weiss ich, dass dieselbe nicht aus einer Röhre hervorgeht, sondern entweder mit einem Raume zwischen *dura* und Knochen, einer Art *sinus* oder mit dem Raume zwischen der eigentlichen Gehirnhülle und der *dura mater*, oder vielleicht mit dem Homologon des *cavum subarachnoideale* und dessen Nebenräumen in Verbindung steht. Mag dem nun sein, wie ihm wolle, so kommt es darauf an, welche Anschauung man von diesen Räumen hat, um danach die Natur der beiden Röhren des häutigen und knöchernen Labyrinths zu bestimmen. Den Subarachnoidealraum als einen cavernösen Lymphraum zu bezeichnen und denselben dem Lymphgefässsysteme direkt einzufügen, möchte keinen grossen Schwierigkeiten begegnen, und die Erfahrungen Schwalbe's am Auge sprechen für eine solche Ansicht, schwieriger dagegen ist es, die Natur der anderen festzustellen. Ich stehe nicht an, dieselben ebenfalls dem Lymphsysteme anzureihen und sie als ausgedehnte, interstitielle aufzufassen, deren Flüssigkeit dem

serum gleich und den Blutgefässen entstammend, gleichsam zwischengeschoben ist zwischen diesen und dem lymphatischen Subarachnoidealraume und einerseits durch die Gewebsinterstitien der Spinnwebehaut mit der Flüssigkeit dieses, andererseits dann, wenn aus ihnen der *aquaeductus vestibuli* hervorgeht, durch die Flüssigkeit des endolymphatischen Raumes, die durch exosmotische Strömungen in die Peripherie sich ergiesst, durch die aus diesem entstehenden Röhre mit einem ausserhalb des Schädels gelegenen Lymphgefässe in Verbindung steht, oder durch den perilymphatischen Raum mit einem perivasculären Lymphraume der *jugularis*. Aus leicht begreiflichen Gründen nehme ich an, dass der Strom aus dem Schädelraume in das Labyrinth, aus diesem in das *cavum perilymphaticum* und aus diesem durch das *foramen rotundum* und den *aquaeductus cochleae* weiter geht, und dasselbe statuire ich auch für die Plagiostomen, mit dem Unterschiede jedoch, dass ich einstweilen wegen unserer bisherigen Kenntnisse des *canal du tube ascendent* anzunehmen genöthigt bin, dass derselbe sich zu einem supracraniellen *cavum lymphaticum* oder *serosum* begiebt. Das Verhalten bei den Eidechsen würde meiner Ansicht nach als ein Uebergang zu denjenigen Formen zu betrachten sein, bei denen die Vorhofswasserleitung in das *cavum cranii* mündet.

Dies der Bau des Gehörorgans der Fische, aus dem man deutlich ersehen wird, dass gegenüber den übrigen Wirbelthierclassen keine principiellen Differenzen auf morphologischem Gebiete vorhanden, und was den histologischen Bau des Organs bei den Plagiostomen betrifft, so brauche ich nur auf die Angaben M. Schultze's zu verweisen, die meiner Ansicht nach den meinen nicht so ferne stehen, als dass man nicht annehmen sollte, es sei derselbe wie bei den Teleostiern. Immerhin würde mit Bezug auf die *cupula terminalis* und besonders auf das Nervenepithel eine erneute Untersuchung gewiss am Platze sein.

Würzburg, im Herbst 1870.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XIX. Fig. 1. Vergr. $^5/_1$. Isolirtes häutiges Gehörorgan von *Perca fluviatilis* von aussen gesehen. *a.* Commissuranhang. *b.* frontaler Bogengang. *c.* horizontaler Bogengang. *d.* sagittaler Bogengang. *e.* frontale. *f.* sagittale. *g.* horizontale Ampulle. *h.* Commissur der verticalen Bogengänge. *i.* trichterförmige Einmündung des horizontalen Gangs. *k.* Schnecke. *l.* *sacculus* mit gefalteter Aussenwand.

,, Fig. 2. Vergr. $^{20}/_1$. Häutiges Gehörorgan eines *Pleuronectes* von innen gesehen. *a.* Unteres Ende der Bogengangcommissur. *b.* frontale Ampulle mit durchschimmernden Dachstreifen. *c.* Nervenast derselben. *d.* Schnecke. *e.* Schneckenast. *f.* *sacculus*. *g.* Sacknerv. *h.* Nervenast des *recessus utriculi*. *i.* Nervenast der sagittalen Ampulle. *k.* *l.* Dach der horizontalen Ampulle.

,, Fig. 3. Vergr. $^5/_1$. Isolirtes, häutiges Gehörorgan von *Cyprinus orfus* von aussen gesehen. *a.* frontaler. *b.* sagittaler. *c.* horizontaler Bogengang. *d.* frontale. *e.* horizontale. *f.* sagittale Ampulle. *g.* Commissur der Gänge. *h.* trichterförmige Einmündung des horizontalen Bogengangs. *i.* *recessus utriculi*. *k.* Verbindungsröhre zwischen *utriculus* und *sacculus*. *l.* *sacculus*. *m.* Communicationsöffnung zwischen Sack und Schnecke.

,, Fig. 4. Vergr. $^5/_1$. Zusammenstehende Ampullen und *recessus utriculi* von *Cyprinus carpio*. *a.* Horizontale Ampulle. *b.* Nervenast derselben. *c.* Nervenausstrahlung am *recessus utriculi*. *d.* *e.* Nervenast der sagittalen Ampulle. *f.*

,, Fig. 5. Vergr. $^{120}/_1$. Querschnitt durch einen Bogengang von *Perca*. *a.* Pflasterepithel. *b.* Epithel der *raphe*. *c.* Gefässdurchschnitt. *d.* Spindelknorpelmasse. *e.* scheinbares Epithel der Aussenwand der Hülle angehörig.

,, Fig. 6. Vergr. $^{120}/_1$. Concave Fläche eines Bogengangs von *Perca* von innen gesehen, *a.* Pflasterzellen. *b.* *raphe*.

,, Fig. 7. Vergr. $^{350}/_1$. Pflasterzellen des Bogengangs von *Perca*.

,, Fig. 8. Vergr. $^{120}/_1$ Querschnitt durch ein Ampullendach von *Perca*. *a.* Cylinderzellen des Dachstreifens. *b.* Pflasterzellen. *c.* Gefässdurchschnitt.

,, Fig. 9. Vergr. $^{120}/_1$. *planum semilunatum* einer verticalen Ampulle von *Perca*, von der Fläche betrachtet. *a.* Zellen aus der Umgebung des *planum semilunatum*. *b.*

,, Fig. 10. Vergr. $^{120}/_1$. Querschnitt durch das *planum semilunatum* einer Ampulle von *Perca*. *a.* Cylinderzellen des *planum*. *b.* Pflasterzellen.

,, Fig. 11. Vergr. $^{40}/_1$. Die *crista acustica* einer verticalen Ampulle von *Perca* von der Fläche gesehen. *a.* Nervenbündel. *b.* Nervenepithel. *c.* Hörhärchen.

,, Fig. 12. Vergr. $^{40}/_1$. Ampullenboden mit der *crista acustica* der sagittalen Ampulle von *Perca*. *a.* Nervenast. *b.* *crista*. *c.* Seitlicher Wulst an der Leiste.

Taf. XIX. Fig. 13. Vergr. $^{120}/_{1}$. Querschnitt durch die *crista acustica* einer verticalen Ampulle von *Cyprinus*, Osmiumsäurepräparat. *a*. Gehörhärchen. *b*. Nervenepithel. *c*. Epithel des Leistenabhangs. *c*. Nervenbündelchen.

,, Fig. 14. Vergr. $^{120}/_{1}$. Oberes Ende der *crista acustica* einer verticalen Ampulle von *Cyprinus* auf dem Querschnitt. Osmiumsäurepräparat. *a*. *cupula terminalis*. *b*. Hineinragende Gehörhärchen. *c*. Nervenepithel. *d*. Einsenkung am Fusse des Kamms der *crista*. *e*. Gefässdurchschnitt. *f*. Epithel des Abhangs der Leiste. *g*. Nervenbündel.

,, Fig. 15. Vergr. $^{120}/_{1}$. Losgelöstes Nervenepithel aus den Ampullen von *Cyprinus*. *a*. fächerförmig ins Epithel eintretende Nervenfasern. *c*. Nervenepithel. *b*. Vom Epithel abgehobenes und in die Höhe geschlagenes Stück der *cupula terminalis*.

,, Fig. 16. Vergr. $^{750}/_{1}$. Ende der *crista acustica* von *Cyprinus*, Osmiumsäurepräparat. *a*. dunkel contourirte Nervenfasern. *b*. Gefässdurchschnitte. *c*. im Epithel verlaufende markhaltige Nervenfaser. *d*. Stäbchenzellen ohne Haare. *e*. Protoplasmatisches Maschennetz der Zahnzellen. *f*. Nerven derselben.

,, Fig. 17. Vergr. $^{750}/_{1}$. Isolirtes Nervenepithel der *crista acustica* von *Cyprinus*, Osmiumsäurepräparat. *a*. Protoplasmatisches Maschennetz der Zahnzellen. *b*. Stäbchenzelle. *c*. Zahnzelle.

Taf. XX. Fig. 18. Vergr. $^{450}/_{1}$. Die halbe *cupula terminalis* der *crista acustica* einer verticalen Ampulle von *Cyprinus* von der dem Nervenepithel aufliegenden Fläche gesehen. *a*. Streifen der *cupula*. *b*. Löcher derselben.

,, Fig. 19. Vergr. $^{40}/_{1}$. Der Commissuranhang von *Perca* geöffnet. *a*. Commissur der verticalen Bogengänge. *b*. Commissuranhang.

,, Fig. 20. Vergr. $^{40}/_{1}$. *macula acustica* des *recessus utriculi* von *Cyprinus* von der Innenwand betrachtet. *a*. durch die Wand schimmernder Gefässplexus. *b*. *macula acustica*.

,, Fig. 21. Vgr. $^{450}/_{1}$. *A*. Pflasterzellengruppe aus dem *utriculus* von *Perca*. *B*. isolirte Zellen mit Spitzchen.

,, Fig. 22. Vergr. $^{450}/_{1}$. *A*. *B*. *C*. Zellgruppen vom Abhange der *crista acustica* der Ampullen von *Cyprinus*. *a*. helle. *b*. flaschenförmige Pigmentzelle.

,, Fig. 23. Vergr. $^{450}/_{1}$. Querschnitt durch die *macula acustica* des *recessus utriculi* von *Perca*. Alkoholpräparat. *a*. Stäbchenzelle. *b*. protoplasmatisches Maschennetz der Zahnzellen mit Querschnitten markhaltiger Nervenfasern. *c*. Zahnzellenkerne. *d*. Nervenbündel.

,, Fig. 24. Vergr. $^{120}/_{1}$. Querschnitt durch die *macula acustica* des *recessus utriculi* von *Cyprinus*. *a*. Epithelzellen aus der Umgebung des Nervenepithels. *b*. der *macula*. *c*. aufsteigende Nervenbündel.

,, Fig. 25. Vergr. $^{450}/_{1}$. Cylinderzellen aus der Umgebung der *macula acustica* des *recessus utriculi* von *Cyprinus*.

,, Fig. 26. Vergr. $^{50}/_{1}$. Wirtelförmige Anordnung der Zellen des *utriculus* von *Perca*.

,, Fig. 27. Vergr. $^{450}/_{1}$. Epithelgruppe aus dem *utriculus* von *Cyprinus*. *a*. einzelne sternförmige Pigmentzelle. *b*. Gruppe flaschenförmiger Pigmentzellen. *c*. helle Zellen.

,, Fig. 28. Vergr. $^{150}/_{1}$. Querschnitt durch das Nervenepithel des *recessus utriculi* von *Cyprinus*, Osmiumsäurepräparat. *a*. innerhalb des Epithels

sich theilende markhaltige Nervenfaser. *b.* blasswerdende dunkle Nervenfaser ans untere Stäbchenzellenende gehend. *c.* Stäbchenzelle mit Kern. *d.* Gehörnerv. *e.* Verdickungssaum. *f.* verstümmelte Stäbchenzelle. *g.* protoplasmatisches Maschennetz der Zahnzellen.

Taf. XX. Fig. 29. Vergr. 40/1. Die *macula acustica* des *sacculus* von *Perca*. *a.* Sacknerv. *b. macula acustica.*

,, Fig. 30. Vergr. 450/1. Epithelzellen aus der Umgebung des Gehörflecks des *sacculus* von *Perca* von der Fläche gesehen. *a.* Pigmentzellengruppe. *b.* helle Zellen. *c.* hohe Cyllinder. *d.* Nervenepithel.

,, Fig. 31. Vergr. 120/1. Querschnitt durch den *ramus cochlearis* von *Pleuronectes*. *a.* Ganglienzellen.

,, Fig. 32. Vergr. 450/1. Querschnitt durch die *macula acustica* des Sacks von *Perca*. *a.* Nervenepithel *b.* aufsteigende Nervenbündel.

,, Fig. 33. Vergr. 40/1. Otolithenmembran des *sacculus* von *Perca*.

,, Fig. 34. Vergr. 450/1. Stück der Otolithenmembran des *sacculus* von *Perca*. *a.* Löcher der Membran.

,, Fig. 35. Vergr. 750/1. Nervenepithel aus der *macula acustica* des Sacks von *Perca*, von der Fläche betrachtet. *a.* stark lichtbrechendes Pünktchen. Optischer Querschnitt eines Gehörhärchens. *b.* Zahnzellen. *c.* Stäbchenzelle.

Taf. XXI. Fig. 36. Vergr. 750/1. Querschnitt durch die *macula acustica* des Sacks von *Perca*, Osmiumsäurepräparat. *a.* dunkel contourirte im Epithel sich theilende Nervenfaser. *b.* Stäbchenzellen. *c.* protoplasmatisches Netzwerk der Zahnzellen. *d.* Zahnzellenkerne.

,, Fig. 37. Vergr. 500/1. Isolirte Stäbchenzellen der *macula acustica sacculi* von *Perca*. *a.* Härchen. *b.* Stäbchenzellenkörper. *c.* varicöses Fäserchen am unteren Ende (Primitivfibrille).

,, Fig. 38. Vergr. 40/1. *crista acustica* der Schnecke von *Perca*, von der Fläche. *a.* Ende der *crista* flach der Wand anliegend. *b.* durchschimmerndes Gefässnetz. *c.* eigentliche Leiste.

,, Fig. 39. Vergr. 40/1. Otolithenmembran der Schnecke von *Perca* von der dem Nervenepithel zugewandten Fläche gesehen, *a.* seitliche über die *crista* hinausragende Verbreiterung. *b.* dem Nervenepithel aufliegender Membrantheil.

,, Fig. 40. Vergr. 450/1. Stück derselben Membran von derselben Fläche betrachtet. *a.* Längsstreifen, dazwischen Löcher. *b.* die schrägen Streifen der seitlichen Flügel. *c.* zartes Ende derselben ohne Löcher.

,, Fig. 41. Vergr. 2/1. Das häutige Labyrinth und das Gehirn von der Schädelbasis her freigelegt von *Cyprinus orfus*. *a.* zusammenliegende Ampullen. *b. recessus utriculi.* *c.* frontale Ampulle. *d.* Schnecke. *e. sinus impar.*

,, Fig. 42. Vergr. 20/1. Unterer Theil des Labyrinths von *Cyprinus* von innen gesehen. *a.* Spitze des Sacks. *b. sinus impar.* *c.* Schneckennerv. *d.* Sacknerv. *e.* Ende der Schnecke mit Gefässnetzen. *f.* Stamm des Sacknerven.

,, Fig. 43. Vergr. 6/1. Unterer Theil des häutigen Labyrinths von *Cyprinus* nach Wegnahme der Schneckenaussenwand. *a.* Verbindungsröhre mit dem *utriculus*. *b.* Sackspitze nach Wegnahme des kleinen, mützenartigen Aufsatzes. *c.* Oeffnung des Sacks in die Schnecke. *d.* durch-

schimmerndes Sackende. *e.* Ende der Schnecke. *f. macula acustica* derselben.

Taf. XXI. Fig. 44. Vergr. $^6/_1$. Die Verbindungsröhre zwischen *sacculus* und *utriculus* von *Cyprinus* von oben gesehen. *a.* Trichter am Boden des *utriculus. b.* Lumen der Verbindungsröhre. *c. sinus impar.*

,, Fig. 45. Vergr. $^5/_1$. Unterer Theil des häutigen Labyrinths von *Cyprinus* von innen gesehen. *a.* Sackende. *b. macula acustica* der Schnecke. *c. sinus impar. d.* Verbindungsröhre mit dem *utriculus.*

,, Fig. 46. Vergr. $^{40}/_1$. Durchschnitt durch die Mitte des Sacks und der Schnecke von *Cyprinus. a.* Aussenwand der Schnecke. *b. macula acustica* des Sacks. *c.* Sacklumen *d. macula acustica* der Schnecke.

,, Fig. 47. Vergr. $^{20}/_1$. Querschnitt durch die Spitze des Sacks von *Cyprinus.* a. leistenartiger Vorsprung, die eine Sackwand fehlt.

,, Fig. 48. Vergr. $^{20}/_1$. Querschnitt durch Sack und Schnecke an der Stelle der Communication der beiden. *a.* äussere obere Wand. *b.* Leistenvorsprung. *c.* Nervenbündel des Sacks. *d.* zarte Innenwand.

,, Fig. 49. Vergr. $^{40}/_1$. Otolith des *sacculus* von *Cyprinus.*

,, Fig. 50. Vergr. $^{40}/_1$. Otolith der Schnecke von *Cyprinus. a.* Vertiefung für die dem Nervenepithel aufliegende Otolithenmembran.

,, Fig. 51. Vergr. $^{700}/_1$. Querschnitt durch das Ende der Gehörleiste der Schnecke von *Perca. a.* Kerne der Zahnzellen. *b.* protoplasmatisches Maschennetz der Zahnzellen. *c.* Stäbchenzellen. *d.* Zellen in der Umgebung der *crista. e.* Gefäss. *f.* Nervenbündel.

Taf. XXII. Fig. 52. Vergr. $^{450}/_1$. Querschnitt durch Sack und Schnecke von *Cyprinus. a.* Sacklumen. *b.* dünne Sackwand. *c.* Gefässdurchschnitt. *d.* Nervenepithel der Schnecke.

,, Fig. 53. Vergr. $^{450}/_1$. Stück eines Querschnitts durch den Sack von *Cyprinus. a.* Nervenepithel. *b.* zarte Sackwand. *c.* Spindelknorpelwand.

,, Fig. 54. Vergr. $^{700}/_1$. Stück der Otolithenmembran der Schnecke von *Cyprinus. a.* Eindruck von dem Zahnzellenende herrührend. *b* Oeffnung für ein Gehörhärchen. *c.* zwischenliegende homogene Substanzbalken.

XI.

Ueber das Gehörorgan der Cyclostomen

von

H. Ketel, stud. med.

Mit Tafel XXIII. XXIV.

Wenn es gleich für einen Anfänger in der Wissenschaft kaum lohnend und fast vermessen erscheinen dürfte, sich behufs genauerer Untersuchungen und weiterer Forschungen über Gegenstände zu verbreiten, die schon früher von ausgezeichneten und anerkannt gewährstüchtigen Forschern einem genauerem Studium unterworfen waren, hielt ich, aufmerksam gemacht durch die neuesten Untersuchungen Hasse's über das Gehörorgan der Wirbelthiere und auf Anregung des genannten Forschers selber, es doch nicht für ein ganz hoffnungloses Unternehmen, die Untersuchung des Gehörorgans von *Petromyzon* und *Myxine*, das ja schon mancher einer mehr oder minder tiefgehenden Betrachtung unterworfen hat, noch einmal wieder aufzunehmen. Vom Herrn Dr. Hasse von vorne herein über die genaueren Verhältnisse der vergleichenden Anatomie des Gehörorgans instruirt, wurde es mir beim Lesen der einschlägigen Literatur leicht, einzusehen, dass man entweder an einer hinreichend gründlichen und richtigen Untersuchung der genannten Gehörorgane zweifeln oder im anderen Falle eine Anreihung derselben an den Gehörtypus der übrigen Wirbelthiere ganz fallen lassen müsste. Während nun letzteres seine grossen Bedenken haben musste und nur gerechtfertigt schien, wenn bis zur Evidenz erwiesen, dass die anatomischen Verhältnisse von *Petromyzon* und *Myxine* von denjenigen der übrigen Wirbelthiere so absolut verschieden sind, dass auch in rudimentären Andeutungen keine Vergleichung mehr zulässig schien, liess sich ein Zweifel an der Zulänglichkeit der vorhandenen Untersuchungen in dieser Hinsicht um so eher rechtfertigen, als man bei Einsicht in die bezügliche Literatur fast von jedem Forscher Resultate angegeben findet, die von denen seines Vorgängers mehr oder weniger abweichen.

Durch dieses Alles bewogen unternahm ich vor längerer Zeit eine neue Untersuchung in der Hoffnung, dass sich bei genauerer Betrachtung der einzelnen Theile und bei steter Berücksichtigung der vergleichend anatomischen Data doch wohl Momente finden würden, die eine unmittelbare Anreihung an den Gehörtypus der übrigen Wirbelthiere erlaubten. In wie weit sich diese Hoffnungen bestätigten, soll jetzt die folgende Darstellung meiner Untersuchungsresultate darthun. Bevor ich indess dazu übergehe, dürfte es wohl nicht überflüssig sein, wenn ich die betreffenden Stellen aus der Literatur hier noch einmal kurz zusammenstelle, theils um die Ansichten der früheren Autoren ins Gedächtniss zurückzurufen, theils weil mir die Geschichte der betreffenden Untersuchung nicht uninteressant erscheint. Leider war es mir wegen Mangelhaftigkeit der hiesigen Bibliothek nicht vergönnt, alle die bezüglichen Schriften der einzelnen Autoren selbst durchzusehen, und ich bin deshalb genöthigt, die in dieser Beziehung entstandenen Lücken aus den Citaten zu ergänzen, die sich in J. Müller's Schrift »Ueber den eigenthümlichen Bau des Gehörorgans bei den *Cyclostomen*« finden.

Das Gehörorgan von *Petromyzon* wurde zuerst von Dumeril, später nach einander von Pohl, E. H. Weber, Blainville, Rathke, Breschet, J. Müller und zuletzt von Ibsen untersucht. Arbeiten über den feineren Bau finden wir von Hubert Reich und M. Schultze. Ueber *Myxine glutinosa* existiren nur Angaben von Retzius, J. Müller und Ibsen.

Dumeril[1]) theilte im Jahre 1800 eine kurze Bemerkung über *Petromyzo* mit, worin er angiebt überhaupt halbcirkelförmige Canäle gesehen zu haben. Ausserdem constatirt er den Mangel eines Steines oder Kalkbreies im Labyrinth. Ueber die Zahl der gesehenen halbcirkelförmigen Canäle und den Bau des Labyrinths findet man bei ihm weiter keine Angabe.

Pohl[2]) vermisst die halbcirkelförmigen Canäle ganz, vermuthet sie aber deshalb, weil sie sonst bei allen anderen Thieren constant seien. Das Innere des Gehörbläschens fand er mit wässriger Flüssigkeit und »*pulpa nervea*« ausgefüllt.

Darauf gab E. H. Weber[3]) im Jahre 1820 eine etwas ausführlichere Beschreibung vom *Petromyzon*gehör. Er fand die Gehörkapsel genau einer sie umgebenden Knorpelkapsel entsprechend und an der

[1]) Anatomie des Lamproies. Mémoires d'anatomie comparée p. 130.

[2]) Expositio generalis anatomica organi auditus per classes animalium. Vindobonae 1818.

[3]) De aure et auditu hominis et animalium. Leipzig 1820. p. 15—17.

der Schädelhöhle zugewandten Seite der letzteren zwei Oeffnungen, eine untere ovale, grössere, von einer festen elastischen Membran verschlossen, zum Durchtritt für den *n. acusticus*, und eine obere, sehr kleine, zum Durchtritt für ein Gefäss. Die elliptische Höhle der sonst überall geschlossenen Knorpelkapsel füllt eine durchsichtige, häutige, mit Wasser getrübte Blase aus, welche der Kapsel nur an den beiden Oeffnungen adhärirt. Die Blase ist durch Falten nach innen in mehrere Zellen, namentlich in eine obere grössere und eine untere, kleinere getheilt; sie nimmt den *n. acusticus* auf, der in eine pulpöse Masse verwandelt die Wände der Blase überzieht. Als auffallend und erwähnenswerth findet er den Mangel des Sacks, der Otolithen und der halbcirkelförmigen Canäle. Er beobachtete zwar auf der äusseren, oberen Fläche zwei gekrümmte Falten, die oben durch eine unpaare Falte verbunden waren, hielt diese jedoch nach mehrfacher genauer Untersuchung nicht für halbcirkelförmige Canäle, sondern für wahre Falten, die vielleicht Rudimente von *can. semic.* darstellen möchten. Nach solchem Befunde kann es uns eben nicht auffallen, wenn WEBER das Gehörorgan von *Petromyzon* für noch niedriger organisirt hält, als das der Krebse und Sepien.

BLAINVILLE [1]) läugnet ebenso jede Spur eines Sacks, von halbcirkelförmigen Canälen und von Kalkconcrementen und giebt nur an, dass das *vestib. membranaceum* kaum durch Falten in zwei oder drei Abtheilungen getheilt sei.

RATHKE [2]) bestätigte bei *Petromyzon fluviatilis* nur die Untersuchungen von E. H. WEBER und kommt, in Folge dessen ebenfalls zu dem Schlusse, dass das Gehörorgan der *Cyclostomen* so einfach sei, wie nur überhaupt ein Gehörorgan sein könne.

Aus den Untersuchungen von BRESCHET theilen CUVIER und DUMERIL [3]) in ihrem Berichte an die Academie der Wissenschaften Folgendes mit: »Es giebt weder halbcirkelförmige Canäle, noch auch Falten, welche dieselben repräsentiren könnten; was man für halbcirkelförmige Gebilde halten könnte und auch fast so aussieht, sind einfache Züge von Otolithenmassen, welche der Innenfläche des *vestib. membr.* aufliegen.« Die kleinere obere, dem *cavum cranii* zugewandte Oeffnung in der Knorpelkapsel hält BRESCHET nicht zum Durchtritt

---

1) De l'organisation des animaux ou Principes d'anatomie comparée. Paris 1822. p. 564.

2) Bemerkungen über den inneren Bau der Pricke. Danzig 1826. p. 87.

3) Rapport fait à l'academie royale des sciences, séance du 6 Septembre 1830 sur un mémoire de M. BRESCHET, sur les organes de l'audition des poissons par M. M. CUVIER et DUMERIL. Annales des sciences naturelles T. 21. Paris 1830. p. 130.

von Gefässen bestimmt, sondern für einen *aquaeductus vestibuli.* Dieselbe Ansicht wird von Breschet auch noch im Jahre 1838 vertreten in seinem Werke: »Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouie des poissons.«

Noch in demselben Jahre, in welchem dies letztere Werk von Breschet erschien, trat dann auch J. Müller mit seiner Schrift: »Ueber den eigenthümlichen Bau des Gehörorgans bei den *Cyclostomen*« hervor, um damit den mannigfachen Streitigkeiten der früheren Autoren ein Ende zu setzen. Da ich im späteren Verlaufe auf diese Arbeit noch öfter wieder zurückkommen muss, so will ich vorläufig nur andeuten, dass Müller zwei halbcirkelförmige Canäle nachwies und zeigte, dass die bisherigen Irrthümer über dieselben nur daraus entstanden waren, weil man niemals zu der Erkenntniss gekommen, dass das eigentliche Labyrinthbläschen noch von einer häutigfaserigen Hülle umgeben sei, welche die feineren Formen desselben ganz verdecke. Die Bogengänge entspringen nach ihm mit drei-getheilten Ampullen aus dem Vestibulum, welches selber durch eine in der frontalen Mittellinie verlaufende Einziehung, *sulcus frontalis* in eine vordere und hintere, genau symmetrische Zelle getheilt wird. An der Unterfläche des Vestibulum wies er noch einen sogenannten sackartigen Anhang nach, der angeblich ebenfalls symmetrisch zum *sulcus frontalis* liegen sollte. Otolithen und krystallinisch-pulverige Elemente war aber auch er nicht im Stande nachzuweisen.

Nach Müller finden sich dann noch von Ibsen in seinen vergleichend anatomischen Untersuchungen des Gehörorgans der Wirbelthiere Angaben über *Petromyzon.* Leider liegen mir, trotz der angestrengten Bemühungen des Herrn Dr. Hasse, von dieser Arbeit nur die Tafeln mit Erklärung vor, da der Text selber der Oeffentlichkeit noch immer vorenthalten wird. Ibsen unterscheidet an dem Labyrinthe einen oberen *saccus lapilli,* aus dem die zwei Bogengänge mit »*ampullae trifidae*« heraustreten, um später zu einer Commissur vereinigt, wieder in denselben einzumünden; den von J. Müller sogenannten sackartigen Anhang nennt er *sacculus lapilli.* Ob nun Ibsen die Namen *saccus* und *sacculus lapilli* nur aus vergleichend anatomischen Rücksichten gebraucht, oder ob er im vorliegenden Falle in beiden wirklich Otolithen gesehen hat, ist aus der Tafelerklärung leider nicht mit Bestimmtheit zu ersehen. Den *n. acust.* lässt er entsprechend der vorderen und hinteren Zelle des *saccus lapilli* in zwei symmetrische Aeste getheilt, von denen sich dann jeder Ast wieder in zwei Theile spaltet, an die *ampullae trifidae* herantreten. Der *sacculus lapilli* bekommt nach den Zeichnungen keinen Nerven.

Es erübrigt nun noch der Leistungen von H. Reich[1]) und M. Schultze[2]) üb erden feineren Bau von *Petromyzon* hier zu gedenken, indess dürfte es vielleicht zweckmässiger sein, dies bis später, wo ich zu der Schilderung des eigenen mikroskopischen Befundes übergehe, zu verschieben.

Die Literatur über das Gehörorgan der *Myxine* ist, soweit ich ihre Spuren verfolgen konnte, nur sehr spärlich. J. Müller giebt in seinem oben citirten Werke an, dass dasselbe von Retzius[3]) ganz der Natur entsprechend beschrieben sei, nämlich als aus einem cirkelförmigen häutigen Rohre bestehend, welches von der Gehörkapsel umschlossen wird. Aus seinen eigenen Untersuchungen geht hervor, dass er es ganz der ringförmigen Höhle der Knorpelkapsel entsprechend aus einem in sich selbst zurücklaufenden, einfachen, häutigen Canale ohne besonderes Vestibulum, ohne Sack, ohne Ampulle bestehend gefunden hat. Bedeutend weitgehender sind in dieser Beziehung die Beobachtungen von Ibsen. Nach seinen Zeichnungen bleibt das betreffende Gehörorgan zwar noch immer als im Ganzen ringförmig zu betrachten, aber es lässt sich doch eine beginnende Differenzirung in einzelne Theile nicht mehr verkennen. Er theilt den ganzen Ring in einen äusseren Theil, *ductus semicirc. ext.*, einen inneren, den *saccus lapilli cylindraceus* und zwei Ampullen, welche diese beiden Theile mit einander verbinden. Jede Ampulle bekommt einen Nerven und in dem unteren Theile des *saccus lap. cylind.* will er eine Lage von *Otoconien* gesehen haben. So viel über die Literatur des Gehörorgans der *Cyclostomen*, die, wenn auch nicht gerade reichhaltig und stellenweise von mir nur in kurzen Zügen wiedergegeben, doch wohl schon zur Genüge zu zeigen vermag, wie durch immer exacter gewordene Untersuchungen aus einem Organe, das noch Weber, Breschet u. a. für ein möglichst einfaches Bläschen hielten, allmählig ein Gebilde an den Tag trat, das an Einfachheit nicht bloss die Krebse und Sepien überragt, sondern uns schon durch seine äusserlich ziemlich complicirte Form zwingt, es dem Wirbelthiertypus unmittelbar anzureihen.

Ich komme jetzt zur Darlegung meiner eigenen Untersuchungen, die ich theils an frischen Spirituspräparaten von *Petromyzon fluv.*, theils an Präparaten, die in Müller'scher Flüssigkeit aufbewahrt waren, gemacht habe. Sämmtliche Exemplare von *Petromyzon* waren frisch ge-

---

[1]) Untersuchungen zur Ichthyologie von Dr. A. Ecker: Ueber den feineren Bau des Gehörorgans von *Petromyzon* und *Ammocoetes* von H. Reich.

[2]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Studien 1858: Ueber die Endigungsweise der Hörnerven.

[3]) Kongl. Vetenskaps Akademiens Handlingar 1824 p. 408 (2).

fangen und noch lebend in Spiritus, resp. Müller'sche Flüssigkeit gethan, so dass man wohl sicher sein kann, dass an den Epithelien und anderen leicht veränderlichen Gewebselementen keine störenden, postmortalen Veränderungen vorgegangen sind. Ein Versuch, lebende Thiere hierher zu befördern, ist leider misslungen, und ist dies Material dann nur zur Feststellung gröberer Formverhältnisse, aber durchaus nicht weiter histologisch verwendet worden. Material zur Untersuchung von *Myxine glutinosa* wurde mir in gut erhaltenen Spirituspräparaten vom Herrn Hofrath Kölliker und Prof. Claus in Göttingen mit dankenswerther Freundlichkeit zur Verfügung gestellt.

Das Gehörorgan von *Petromyzon* findet man unmittelbar hinter dem Auge, etwas nach oben und innen von demselben in einer knorpligen Kapsel, welche von der Seitenwand des knorpligen Schädels ausgehend wie bei allen Wirbelthieren zwischen dem *foramen nervi trigem.* und dem *foramen jugulare* liegt. Sein grösster Höhendurchmesser von der Spitze, der Commissur der Bogengänge, bis zum Grunde, dem *fundus* des sackartigen Anhangs gemessen, weicht von der senkrechten um ein Unbedeutendes, vielleicht um 12^0 ab. Die Convergenz beider Gehörorgane nach hinten, wie wir sie bei *Myxine* so sehr ausgeprägt finden, ist viel unbedeutender und oft kaum ersichtlich. Die Knorpelkapsel, die ihrerseits nur von einer dünnen, eng aufliegenden Fettschicht und darauf weiter von einer ziemlich beträchtlichen Muskelschichte bedeckt ist, hat eine länglich ovale Gestalt, ungefähr die einer kleinen Bohne, deren Längendurchmesser 8^{mm}, deren Höhe 5^{mm}, und deren Breite fast 4^{mm} beträgt. Die Dicke des Knorpels, durchschnittlich circa $0,6^{mm}$, ist nicht überall gleich; freilich ist es schwer, auf Querschnitten durch denselben erhebliche Unterschiede mit Sicherheit nachzuweisen, da man nicht immer überzeugt sein kann, dass man wirklich überall einen genauen Querschnitt vor sich hat, einen um so sichereren Beweis giebt aber die grössere Transparenz der leicht verdünnten Stellen. Wenn man nämlich die obere, äussere Wand des Knorpels bei durchfallendem Lichte betrachtet, so sieht man an den Stellen, die den Bogengängen, deren Commissur und den ampullären Erweiterungen entsprechen, lichte Züge in der Wand, an der frontalen Mittellinie aber, genau entsprechend dem *sulcus frontalis* des *vestibulum*, einen ziemlich dunklen Streifen. Kurz ausgedrückt wird man sagen können, dass überall da, wo die eigentliche Wand des Gehörbläschens dem Knorpel am engsten anliegt, dieser am dünnsten ist, und dass dort, wo die häutig-faserige Hülle am mächtigsten, dort auch der Knorpel am dicksten ist. An der dem *cavum cranii* zugekehrten inneren Wand zeigt der Knorpel zwei Oeffnungen, eine grössere untere und eine kleinere obere. Beide sind gewöhnlich durch eine schmale Knorpelleiste von einander getrennt,

jedoch kommt es auch vor, dass sie continuirlich zusammenhängen und ihre eigentliche Trennung nur durch eine Einschnürung angedeutet ist. Beide Oeffnungen sind durch eine sehr feste, derbe Membran verschlossen, die ich für die *dura mater* halte. Durch die Membran der unteren, grösseren Oeffnung tritt der *n. acusticus* mit dem *facialis* (Fig. 1, *A. F*). Da der *n. acusticus* sich schon in der Schädelhöhle in mehrere grössere Aeste, dann aber noch in eine Anzahl feiner Fädchen theilt, die alle gesondert durch die Membran hindurchtreten, so erhält dieselbe dadurch eine exquisit siebförmige Beschaffenheit (Fig. 1 *Mcr*), wie sie auch schon von Breschet angegeben wurde. Die obere Membran zeigt, ganz rein präparirt, gewöhnlich nur zwei kleine Oeffnungen. Durch dieselben treten nach meinen Untersuchungen ein grösseres Gefäss und der *aquaeduct. vestib.* (cf. oben Breschet und E. H. Weber).

Die mikroskopische Untersuchung des Knorpels zeigt, dass derselbe aus hyalinem Knorpelgewebe besteht (Taf. XXIII, Fig. 6). Die Zwischensubstanz ist hauptsächlich in der mittleren Zone äusserst spärlich im Verhältniss zu der Grösse der constituirenden Knorpelzellen, die auf dem Schnitte oval oder unregelmässig polygonal erscheinen und meist einen deutlichen Zellenkern zeigen. An den peripheren Schichten werden die Zellen alle länglich oval und stellen sich mit ihrer Längsaxe horizontal und parallel zur Aussenfläche des Knorpels. Die Zwischensubstanz wird hier sowohl am inneren, als am äusseren Schnittrande bei weitem mächtiger (Fig. 6).

Trägt man nun das Knorpelgehäuse, gleichviel an welcher Stelle, ab, so kommt man, wie J. Müller zuerst richtig gesehen hat, nicht sogleich auf die eigentliche Wandung des Gehörorgans, sondern man hat jetzt erst die von Müller sogenannte häutig-faserige Hülle vor sich, die das Gehörbläschen wie bei den übrigen Wirbelthieren überall, wenngleich an verschiedenen Stellen in verschiedener Mächtigkeit, eng einhüllt. Hebt man dieselbe nicht ab, so zeigt sich das ganze Organ, von oben gesehen, der Innenform des Knorpels entsprechend, als ein länglich rundliches Gebilde, an dem bei älteren Spirituspräparaten, in manchen Fällen aber auch bei frischen, auf der oberen Fläche nur zwei durchsichtige, von innen nach aussen divergirende Falten, auf der untern inneren noch ein rundlicher Fleck von gleicher Transparenz auffallend erscheinen. Bei ganz frischen Präparaten ist gewöhnlich gar kein oder nur sehr wenig Unterschied in der Transparenz zu erkennen, weil hier der Inhalt des Gehörbläschens und die häutig-faserige Hülle noch gleich durchsichtig sind, während sich später die letztere ungleich mehr trübt. Bei Präparaten von Exemplaren, die nicht lebend in Weingeist gesetzt waren, waren die Gerinnungen in den

divergirenden Falten fast immer so stark, dass dieselben sich eigentlich fast nie durch Durchsichtigkeit von den übrigen Theilen des Gehörorgans differenzirten, indess war es hier gewöhnlich sehr leicht, die häutig-faserige Hülle in grossen Fetzen abzupräpariren. Ich erwähne dies Alles nur deshalb etwas genauer, weil mir in der mehr oder minder ausgeprägt gefundenen Differenzirung der Theile jedenfalls ein Grund mit zu liegen scheint, dass es nach so mannigfacher Untersuchung des *Petromyzonten*gehörs erst J. Müller gelungen ist den richtigen Sachverhalt aufzudecken. Wie schon oben erwähnt, ist die häutig-faserige Hülle nicht überall von gleicher Dicke; auf den Bogengängen ist sie so dünn, dass es sehr selten gelingt sie vollständig abzuheben, und dass ihre Anwesenheit ohne Zuhülfenahme des Mikroskops hier nur durch Pigmentflecke, die in grösserer oder geringerer Anzahl in jede Hülle eingesprengt sind, erkenntlich wird. Fast ebenso dünn ist sie am Fundus des sackartigen Anhangs. An allen anderen Stellen richtet sich ihre Dicke genau nach der Form des eigentlichen Labyrinthbläschens. Ueberall dort nämlich, wo an demselben Einziehungen oder andere Niveauveränderungen vorkommen, verdickt sie sich um ebensoviel, als diese betragen, und lässt sie von aussen gesehen als mächtig erscheinen. In der oberen und unteren frontalen Mittellinie des Labyrinths ist sie deshalb besonders stark, weil die hier umhüllte Zone desselben eine spaltförmige Einziehung, *sulcus frontalis*, zeigt. Von der Innenwand der Knorpelkapsel lässt sie sich überall mit grösster Leichtigkeit abheben und zeigt sie mit dieser nirgends irgend welche Adhäsionen; nur dort, wo der *n. acusticus* und *facialis* und mit ihnen zugleich mehrere Gefässe an das Gehörbläschen herantreten, ist eine festere Anheftung an die die Knorpelkapsel vervollständigende Membran bemerkbar. Dasselbe findet man dort, wo der *aquaeductus vestib.* mit dem Gefässe durch die betreffende Membran tritt. Das mikroskopische Gefüge der häutig-faserigen Hülle besteht grösstentheils aus feinen Bindegewebsfasern, die nach verschiedeneu Richtungen mit einander verwebt, sternförmige oder spindelförmige Zellen zeigen. Nur dort, wo die Membran sehr dick ist, werden die Fasern derber und fibrillär. Ausser den Bindegewebsfasern finden sich aber auch elastische Elemente in ziemlicher Menge, an manchen Stellen fast vorherrschend. An Gefässen, die, wie erwähnt, theils mit dem *n. acusticus*, theils neben dem *aquaeductus vestib.* in die Gehörkapsel hineintreten, ist die Hülle ausserordentlich reich. Die grösseren Stämme liegen immer in den Einziehungen der eigentlichen Labyrinthwandung; die feineren Aeste, die sich dann über die Flächen des Bläschens ausbreiten, zeigen nach mehrmaliger Theilung das Eigenthümliche, dass sie schliesslich nicht ein einfaches capilläres Netz bilden, sondern in grosse cavernöse Räume

übergehen, aus denen sich dann das venöse System erst wieder zusammensetzt. Der Raum, den dieses Gewebe somit zwischen dem häutigen Labyrinthe und dessen Kapsel ausfüllt, entspricht, wie leicht ersichtlich, dem *cavum perilymphaticum* der übrigen Wirbelthiere.

Nachdem man die häutig-faserige Hülle vollständig entfernt hat, bekommt man die eigentliche Wandung des Gehörorgans zu Gesicht, die nur noch an ihrer Unterfläche theilweise von massenhaften Nervenfäden bedeckt wird. Wenngleich die äussere Form des Gehörorgans seit den Untersuchungen von J. Müller bedeutend von der früher so viel angeführten Einfachheit verloren hat, so lässt sie sich doch, ohne dass wir den bestehenden Verhältnissen Zwang anthun, ziemlich leicht auf eine ganz einfache Form zurückführen. Denken wir uns in der oben beschriebenen Knorpelkapsel ein länglich rundes Bläschen liegen, an dem in der frontalen Mittellinie ringsherum eine ziemlich beträchtliche Einschnürung sichtbar ist, die dieselbe in eine genau symmetrische vordere und hintere Zelle theilt, so haben wir ein ganz gutes Bild von dem, was Müller vordere und hintere Vestibularzelle nennt (Taf. I., Fig. I., II. *v. v. v′ v′*). Dass sich dann aus den vereinigten Vestibularzellen an der unteren, inneren Wand noch ein kleines Säckchen, der sackartige Anhang nach J. Müller (Taf. I., Fig. 3. S.), hervorhebt, das der vorderen Zelle weniger, der hinteren mehr angehört, vermag die Einfachheit der äusseren Verhältnisse noch nicht zu trüben. Complicirter werden dieselben indess, wenn wir die zwei Bogengänge mit in Betracht ziehen. Nach J. Müller und Ibsen entspringen dieselben mit dreigetheilten Ampullen, *ampullae trifidae* (Taf. I., Fig. 1, 2, 3 atr.), aus der vorderen unteren, resp. hinteren unteren Wand der Vestibularzellen und convergiren dann nach oben und innen, um an der oberen, inneren Wand derselben zu einer Commissur zusammengetreten (Taf. I., Fig. 1, 2 *ccs.*), wieder in dieselben einzumünden.

Betrachten wir das vollständige Gehörorgan in der Lage von oben, so fallen uns vor allem eine Commissur, divergirende Bogengänge und ein Stück einer *ampulla trifida* in die Augen; unter ihnen kommen dann noch sowohl medianwärts, als lateralwärts Theile der Vestibularzellen zu Gesicht, deren Dach nach aussen ziemlich schräge abfällt und weiter gar keine Eigenthümlichkeiten zeigt. Die vordere und ebenso die hintere Wand des *vestibulum* entziehen sich dem Auge fast ganz durch die ihnen aufliegenden Abtheilungen der *ampullae trifidae.* Aus dem kolbig erweiterten, peripheren Ende (Fig. 1, 2 *a*) der Bogengänge, die ich aus später anzugebenden Gründen allein für die Ampullen gelten lassen möchte, entstehen hier nämlich die sogenannten Seitenabtheilungen der Ampullen, die wir ihrer Lage nach vorläufig jedoch

besser als innere (Fig. 1 und 2 *pia*) und äussere Abtheilung (*pea*) bezeichnen wollen. Die inneren Abtheilungen entstehen mit einer leichten Einschnürung aus dem medianwärts sehenden Seitenrande der Ampulle und ziehen dann als ziemlich erhabene Wülste, die zuerst genau im Niveau der oberen Vestibularwand liegen nach innen und zugleich etwas nach unten, und während sie so allmählig immer mehr gegen einander convergiren, verschwinden sie in der Ansicht von oben allmählig unter dem der Schädelwand zugekehrten Theile der Vestibularzellen, um nach und nach immer flacher werdend und sich am *sulcus frontalis* fast erreichend dicht über dem Eingange des sackartigen Anhangs ins *vestibulum* in die untere, innere Wand der betreffenden Vestibularsäcke auszulaufen. Der Stelle gegenüber, wo diese inneren Abtheilungen aus der Ampulle der Bogengänge entstehen, gehen auch die äusseren Abtheilungen der *ampullae trifidae* mit einer ganz gleichen Einschnürung von derselben aus. Sie ziehen ebenfalls als dicke Wülste, der vorderen, resp. hinteren Wand dicht anliegend, nach abwärts und etwas nach innen, so zwar, dass zwischen ihnen und den inneren Abtheilungen eine breite, thalähnliche Vertiefung bleibt, die dicht unter den kolbigen, eigentlichen Ampullen etwas breiter ist, als an den unteren, dem *sulcus frontalis* und sackartigen Anhange nahe liegenden Enden. Die Convergenz der äusseren, ampullären Wülste ist demnach fast dieselbe, wie die der inneren, nur der eine Unterschied bleibt ihnen noch, dass sie nicht ganz so weit wie jene an den unteren Theil des *sulcus frontalis* heranreichen und nicht so allmählig sich abflachend wieder ins *vestibulum* zurücklaufen, sondern als Wülste von stets gleicher Höhe sich nach Bildung eines kleinen, blindsackartigen Endes plötzlich wieder ins *vestibulum* hineinsenken. Der mittlere Theil der *ampulla trifida*, die eigentliche Ampulle (Fig. 1, 2, 3 *a*) ragt wie erwähnt mit ihrem abgerundeten, kolbigen Ende noch etwas in den Zwischenraum der inneren und äusseren Ampullenabtheilungen hinein, und lässt, ohne von aussen sonst weitere Eigenthümlichkeiten zu zeigen, nur eine transversell zum Bogengang gestellte, dem *sulcus transversus* am Boden der Ampullen der übrigen Wirbelthiere homologe, leichte, bogenförmige Einziehung erkennen, deren Enden sich über die Abgangsstellen der Ampullenabtheilung hinüberziehen und dieselben etwas eingeschnürt erscheinen lassen. Eine gleichzeitig durchscheinende Verdickung auf der Innenwand lässt uns von vornherein vermuthen, dass wir an dieser bogenförmigen Einziehung gerade wie bei anderen Fischen eine *crista acustica* zu suchen haben.

Nach den Bogengängen hin zeigen die Ampullen nichts Bemerkenswerthes, sondern gehen ohne scharfe Grenze ein wenig schmäler werdend in dieselben über.

Die Bogengänge, ein vorderer und ein hinterer, die vom vergleichend anatomischen Standpunkte aus als frontaler und sagittaler zu bezeichnen sein würden, ziehen wie bei den übrigen Fischen, der vordere (sagittale) von vorn aussen unten, der hintere (frontale) von hinten aussen unten (Fig. 1, 2 *csa* u. *csp.*) her über die entsprechenden Vestibularzellen convergirend, mit geringer nach aussen gekehrter Convexität schräg nach oben und medianwärts, um an dem medianen Theile des Vestibulardachs gerade über dem *sulcus frontalis* zusammenzustossen und hier eine Commissur zu bilden (Fig. 1, 2 *ccs*), die sich dann noch weiter medianwärts ziehend, um die innere, obere Wand des *vestibulum* herumschlägt, um schliesslich mit einem schnabelartigen Fortsatze (Fig. 7 *r*), der sich in den oberen Theil des *sulcus frontalis* der Innenwand des *vestibulum* hineinlegt, zu enden. Die Bogengänge liegen in ihrem ganzen Verlaufe der Vestibularwand eng an und zeigen im Querschnitt eine im Ganzen rundliche Form; nur der dem *vestibulum* aufliegende Theil der Circumferenz lässt eine leichte Abplattung erkennen. Bei Präparaten, an denen dieselben nicht zu stark mit fibrinösem Gerinnsel angefüllt sind, lässt sich eine in der Mitte der abgeflachten Bodenwand entlang laufende, entwicklungsgeschichtlich so bedeutsame *raphe* (Fig. 2 *R*) deutlich durchscheinend von aussen erkennen. Von dort ab, wo sich die Bogengänge zu einer Commissur vereinigen, sind sie äusserlich nur noch durch eine von oben in die Tiefe gehende, schmale Einziehung, die aber gleichwohl in der ganzen Länge der Commissur deutlich zu erkennen ist, von einander getrennt. Wie sich ihre innere Communication gestaltet, darauf werden wir später bei Betrachtung der Binnenwand näher eingehen, nur das sei gleich hier noch erwähnt, dass man durch das Dach der Commissur hindurch zu beiden Seiten der Einziehung einen zapfenartigen Körper durchschimmern sieht, der horizontal gelagert, halb der vorderen, halb der hinteren Hälfte des Gehörorgans angehörend, aussen mit einer stumpfen Basis beginnt und nach innen hin mit einer fein auslaufenden Spitze endet (Fig. 2 *Z*). Die untere Wand der Commissur wird, soweit sie überhaupt vorhanden ist, durch die Fortsetzung des Bodens der Bogengänge und weiterhin von den sich nach unten und innen zu der frontalen Mittellinie des Gehörorgans schlagenden Seitenwänden derselben (Fig. 7 *bb*) gebildet. Nur die Spitze der Commissur zeigt dort, wo sie sich in den schnabelartigen Fortsatz auszieht, keinen eingebogenen Rand, sondern zieht an der Schädelinnenwand des *vestibulum* gerade abwärts. Der grösste Theil des Bodens der Commissur wird durch eine weite, im Ganzen als hufeisenförmig zu bezeichnende Oeffnung (Fig. 2, 7 *fc*) eingenommen, die sich medianwärts in den schnabelartigen Fortsatz hinein in eine kleine Spitze auszieht, und durch welche beide Bogengänge mit dem

Vestibularraum communiciren. In dem schnabelartigen Fortsatze der Commissur, von dem J. Müller weder in seiner Beschreibung, noch in seinen Abbildungen eine Andeutung gibt, findet sich ausserdem dicht unter der Spitze der eben erwähnten Oeffnung noch ein zweites ovales Löchelchen (Fig. 7 *Aiv*), welches gerade in das *vestibulum* hineinführt. Wenn wir finden, dass dieses Loch genau der von Breschet sogenannten *apertura aquaeductus vestibuli* an der Innenwand des Knorpels gegenüber liegt und von derselben nur durch die, hier allerdings ziemlich mächtig entwickelte, häutig-faserige Hülle getrennt ist, so kann man wohl von vornherein, ohne sich besonders voreiliger Annahmen schuldig zu machen, daran denken, dass wir in diesem Loche die innere, dem *vestibulum* angehörige Oeffnung des *aquaeductus vestibuli* vor uns haben. Es ist mir aber weiterhin bei mehreren Präparaten wirklich gelungen, eine Röhre nachzuweisen, die von der Oeffnung des *aquaeductus vestibuli* im Knorpel aus die häutig-faserige Hülle gerade durchsetzte und sich an dem fraglichen Loche im Schnabel der Commissur inserirte. Freilich erfordert eine deutliche Demonstration dieses immerhin nur kurzen Röhrchens eine sehr subtile und vorsichtige Präparation, und allein diesem Umstande messe ich es zu, dass mir dieselbe nicht überall gelungen ist. Bemerkenswerth ist jedenfalls auch die Befestigungsweise des Röhrchens an dem Schnabel der Commissur; es löst sich nämlich dieselbe schon bei den ersten Versuchen sie hin und her zu bewegen von den Rändern des betreffenden Löchelchens los, ohne einen gerissenen oder zerfetzten oder sonst auf eine gewaltsame Trennung hindeutenden Oeffnungsrand zurückzulassen; es bleibt vielmehr eine rundliche, ganz intacte Oeffnung zurück. Es scheint mir deshalb eine Ansicht, nach welcher das Aquaeductröhrchen als integrirender Bestandtheil oder genauer als scharf abgesetzte, röhrenförmige Ausziehung eines Theils der inneren Commissurwandung anzusehen wäre, in diesem Falle auf einige Schwierigkeiten zu stossen, wenn wir nicht eine eigenthümliche, sehr leicht trennbare Verbindung beider Theile annehmen, deren genauerer Modus mir leider verborgen blieb, theils wegen der Schwierigkeit der Untersuchung, theils weil ich zu spät darauf aufmerksam wurde und mir nun das Material zu fehlen begann, um auch hierin zur genügenden Klarheit zu kommen. In das Innere der Schädelhöhle habe ich die betreffende Röhre nie mehr hineinragen sehen, obwohl ich mehrmals eigens darauf hin untersucht habe, ob sie nicht eine weitere Direction nach dem Schädeldach hin nähme. Statt dessen fand ich sie jedes Mal an der betreffenden Oeffnung in der Knorpelkapsel kurz abgerissen, und muss ich auch hier leider die Frage offen lassen, ob wir hier ein natürliches oder ein künstliches, bei Herausnahme des Hirns zu Stande gekommenes Ende des *aquaeductus*

vor uns haben. Die Wandung des *aquaeductus*, eng von häutig-faseriger Hülle umgeben, zeigt, so viel ich sehen konnte, eine gleiche Zusammensetzung wie die des *vestibulum* und der Bogengänge und ist nach innen mit einem Pflasterepithel ausgekleidet. Der Inhalt bestand aus einer dicken, trüben Masse, der lymphoide Zellen in grösserer oder geringerer Zahl beigemengt waren.

Schreiten wir jetzt in der Betrachtung der Schädelwand des *vestibulum* weiter, so finden wir, abgesehen von den inneren Abtheilungen der *ampullae trifidae*, deren Verlauf bereits oben beschrieben wurde, und dem auch hier, wenngleich nicht ganz so tief wie an der Aussenwand ausgeprägten *sulcus frontalis*, in dessen oberen Theil sich wie erwähnt der Schnabel der Commissur hineinzieht, noch ein kleines Gebilde, von dessen Existenz uns weder J. Müller, noch Ibsen, noch andere, frühere Autoren eine Andeutung geben (Taf. II. Fig. 23 *B*). Dasselbe ist von keulenförmiger Gestalt und ragt circa 1^{mm} unterhalb des *aquaeductus vestibuli* mit seinem dicken kolbigen Ende aus dem *sulcus frontalis* ein wenig hervor; bewegt man es, so bemerkt man leicht, dass es mit einem sich etwas verschmälerndem Stiele in der Tiefe des *sulcus frontalis* festsitzt. Trotz seiner Kleinheit findet man dasselbe auch bei ziemlich unvorsichtiger Entfernung der häutig-faserigen Hülle leicht an jedem Präparat wieder, und erinnere ich mich nicht, es jemals wieder vermisst zu haben, nachdem ich es zum ersten Male gefunden hatte. An Präparaten, von denen die häutig-faserige Hülle zur Genüge entfernt ist, findet man es gewöhnlich etwas nach aufwärts gegen den Schnabel der Commissur der Bogengänge hin aufgeschlagen und fast versteckt in dem *sulcus frontalis*, sucht man aber darnach, ehe man die faserige Hülle abgehoben, so bemerkt man gewöhnlich in dieser Hülle etwas über dem *n. acusticus* einen rundlichen, der Schädelwand zugekehrten, dunklen Fleck, der sich später stets als das offene Ende des fraglichen keulenförmigen Gebildes offenbarte. Wegen der gewöhnlich schräg nach oben gerichteten Haltung desselben vermuthete ich anfangs, dass es vielleicht ebenfalls durch die für den *aquaeductus vestibuli* bestimmte Oeffnung aus der Knorpelkapsel heraustreten möchte, da ich aber hiefür keinen Halt gewinnen konnte, so kam ich später, als ich die Endöffnung desselben immer nahe über dem *n. acusticus* nach innen gerichtet gesehen hatte, mehr zu der Ansicht, dass dasselbe durch ein Loch in der *membrana cribrosa* mit der Schädelhöhle communicire. Bemühungen, dieses Loch aus den vielen in der Membran befindlichen Löchern herauszufinden und zu constatiren, ob das Organ sich vielleicht noch ins *cavum cranii* hinein fortsetze, waren wegen der complicirten Verhältnisse des Nervendurchtritts durch die *membrana cribrosa* ohne Erfolg. Positiv feststellen konnte ich nur,

dass das Organ an seinem beweglichen, freien Ende eine deutliche Oeffnung (Taf. II. Fig. 23 *E*) zeigt, die jedoch stets unregelmässig und mit zerrissenen Rändern erscheint, so dass ich nicht glaube, dass dieselbe natürlich ist, und dass es dann in der Tiefe des *sulcus frontalis* mit einer schräg von vorn oben, nach unten hinten verlaufenden schlitzförmigen Oeffnung in die vordere Zelle des *vestibulum* einmündet. Diese Oeffnung ist bei Präparaten, an denen das Epithel des *vestibulum* erhalten ist, ziemlich schwer zu entdecken, bei solchen jedoch, wo dasselbe vorsichtig entfernt ist, ziemlich leicht zu finden. Die Wandung des Organs ist ähnlich wie die des ganzen Gehörorgans zusammengesetzt, jedoch erscheint sie mir etwas derber und leicht gestreift, als wenn sie der Länge nach mit elastischen Fasern durchzogen wäre. Nach innen ist dieselbe mit einem Pflasterepithel ausgekleidet. Der Inhalt besteht ebenfalls wie beim *aquaeductus vestibuli* aus Gerinnselmassen, zwischen denen sich grosse Massen von Lymphzellen befinden. Auch kleine Partikel von Otolithen, die jedenfalls von der *macula acustica* des sackartigen Anhangs herrühren, sind manchmal in demselben anzutreffen. Fragen wir jetzt nach der Bedeutung dieses Organs, so stehe ich nicht an zu behaupten, dass wir in demselben einen *aquaeductus cochleae* vor uns haben. Zwar ist ein solcher bisher nur erst bei wenigen Thieren beobachtet worden, indess dürfte dies wohl kein Grund sein zu behaupten, dass er bei anderen nicht vorhanden ist, vielmehr scheint es mir, dass wir bei jedem Gehörorgan, wo wir ein Strömen der Lymphe und einen *aquaeductus vestibuli* annehmen, dort auch noch ein zweites Loch oder einen zweiten Canal annehmen müssen, die für das Zustandekommen einer Strömung als absolut nöthig erscheinen.

Wir haben jetzt bei der Betrachtung der äusseren Form noch einen Theil des Gehörorgans zu erwähnen, den von J. Müller sogenannten sackartigen Anhang. Dort, wo die inneren Abtheilungen der *ampullae trifidae* sich nahe dem *sulcus frontalis* in die Innenwand des *vestibulum* verlieren, erhebt sich unmittelbar unter ihnen ein kleines, nach unten aussen herabhängendes, von aussen nach innen etwas abgeplattetes Säckchen, das von dem *vestibulum* ziemlich scharf abgeschnürt erscheint. Um dasselbe gut zu Gesicht zu bringen, ist es nöthig sämmtliche Nerven, von denen es fast ganz verhüllt ist, vorsichtig zu entfernen. Seine Lage ist nicht, wie man nach der Lage der übrigen Theile glauben sollte, symmetrisch zum *sulcus frontalis*, sondern dieselbe weicht entschieden nach hinten ab, so zwar, dass $^3/_4$ Theile der hinteren Hälfte des Gehörorgans angehören und nur $^1/_4$ der vorderen. Der *sulcus frontalis* des *vestibulum* ist an ihm nur insofern angedeutet, als sich in dessen gedachter Verlängerung eine leichte Einziehung an

seinem Fundus zeigt. An seiner der Schädelwand zugekehrten, inneren Wand sieht man eine sattelförmige Verdickung durchschimmern, deren unterer Rand schon auffällt, ehe man die häutig-faserige Hülle entfernt hat. Seine Aussenwand zeigt nichts Besonderes und liegt in der Verbindungslinie der äusseren Ampullenabtheilungen. In Folge seiner asymmetrischen Lage, seiner Abweichung nach hinten, liegt ihm das Ende der äusseren Abtheilung der hinteren *ampulla trifida* seitlich unmittelbar an, während die entsprechende Abtheilung der vorderen *ampulla trifida* um so weiter von ihm entfernt bleibt.

Soviel über die äussere Form des Gehörorgans, gehen wir jetzt zu der Ausbreitung der Nerven über, die an dasselbe herantreten. Den ersten Versuch, dieselbe zu beschreiben und abzubilden, machte meines Wissens Breschet. Er sagt, dass der *n. acusticus* mit vielen kleinen Aesten durch die *membrana cribrosa* hindurchtrete, um sich dann sofort als ein Bündel neben einander liegender Fäden in die der Schädelwand anliegenden Fläche des Gehörorgans einzusenken. Nach seiner Ansicht über die Form des letzteren konnte er auch wohl schwerlich zu einem anderen Resultate kommen, da ihm der weitere Verlauf der Nerven unter der häutig-faserigen Hülle unbekannt bleiben musste. Bei J. Müller, dessen Angaben ich im Ganzen bestätigen kann, finden wir über den *acusticus* und seine Ausbreitung ungefähr Folgendes:

Der *n. acusticus* tritt seitlich aus der *medull. oblong.* heraus, zugleich mit dem *n. facialis*, der unmittelbar vor ihm liegt. Beide Nerven gehen eng vereinigt, nachdem sich der *acusticus* gleich bei seinem Ursprunge aus dem Gehirn in zwei grössere Aeste und eine Anzahl feiner Fäden aufgelöst, durch die *membrana cribrosa* und erhalten von dieser, wie es mir scheint, eine Art Scheide. Der *facialis* (Fig. 1 *F*) nimmt, sobald er in die Knorpelkapsel eingetreten ist, seinen Verlauf an der Innenwand derselben, um nach unten und vorn ziehend, dieselbe sogleich wieder zu verlassen. Während seines kurzen Verlaufs durch die Gehörkapsel, wie es scheint, manchmal auch schon in der Schädelhöhle, gibt der *facialis* einen feinen Ast ab, der nach J. Müller zum vorderen Theile des Labyrinths geht. Dieser sogenannte *ramus acusticus accessorius* (Fig. 3 u. 4 *Aa*), von Schlemm und D'Alton zuerst aufgefunden [1]), schlägt sich der Wand des Gehörorgans eng anliegend, vorn um die Basis des sackartigen Anhangs herum und zieht durch den Zwischenraum, der zwischen dem sackartigen Anhange und der äusseren Abtheilung der vorderen *ampulla trifida* bleibt, hindurch nach aussen und aufwärts in den *sulcus frontalis* hinein, dem er dann bis zur

---

1) Müller's Archiv 1838. 3. Heft, pag. 269.

Commissur der Bogengänge folgt. Während dieses letzteren Verlaufes liegt er nie ganz im Grunde des *sulcus frontalis*, sondern bandartig abgeplattet mehr der vorderen Vestibularzelle an. An der Commissur angelangt zieht er dann zwischen die Wand des vorderen Bogengangs und der vorderen Vestibularzelle, und nachdem er den vorderen Umfang der Communicationsöffnung zwischen den Bogengängen und dem *vestibulum* umkreist, kommt er etwas nach vorn von der Spitze der Commissur wieder zum Vorschein. Ihn weiter zu verfolgen, ist mir leider nie gelungen, weil er bei einem so langen Verlaufe allmählig bis auf so wenige Fädchen eingeschmolzen ist, so dass er bei Abhebung der häutig-faserigen Hülle regelmässig entzwei gerissen war. Dass er aber sein natürliches Ende hier noch nicht erreicht hat, ist zur Genüge aus den deutlich abgerissenen Enden zu ersehen, und vermuthe ich, ohne freilich hierüber Bestimmtes sagen zu können, dass er mit seinen letzten Endfasern bis zur Basis des sackartigen Anhangs herunterzieht. Seiner ganzen Verlaufsweise nach ist die Function dieses Nerven auf die beiden Vestibularzellen zu beziehen, worauf wir weiter unten noch zurückkommen werden.

Der *n. acusticus* divergirt mit seinen zwei grösseren Aesten, denen sich die feineren Fädchen im Anfange mehr oder minder anschliessen nach vorn und hinten; diese divergirenden Aeste ziehen dann jeder wiederum in zwei Zweige zerfallend, welche in der breiten Furche zwischen den äusseren und inneren Abtheilungen der *ampullae trifidae*, deren sich gegenüberliegenden Wänden bandartig aufliegend, den eigentlichen Ampullen der Bogengänge zu, um sich dort in die oben beschriebenen, transversellen Einziehungen hineinzusenken. Ausser diesen zwei sich symmetrisch vertheilenden Aesten bemerkt man dann noch mehrere feinere Fädchen, die zur unteren Wand der inneren Abtheilung der vorderen *ampullae trifidae* verlaufen und sie förmlich umspinnen (Fig. 3 *n*). An dem entsprechenden Theile der hinteren *ampulla trifida* eben solche Fasern durch die Lupe nachzuweisen, wollte mir durchaus nicht gelingen, wahrscheinlich weil der zur Ampullle gehende Nervenast dieselben mehr verdeckt und sie überhaupt spärlicher sind. Dass sie gleichwohl vorhanden sind, ist mir später bei Querschnitten durch die Wandung des betreffenden Abschnitts mit Zuhülfenahme des Mikroskops ganz klar geworden. An den sackartigen Anhang, von dem J. Müller es unbestimmt lässt, ob er überhaupt Nervenfäden erhält, habe ich in mehreren Fällen 4 — 6 und noch mehr kleine Fädchen direct herantreten sehen, jedoch überall nur dort, wo die Verdickung der Innenwand durchscheint. Wie auch von anderen Untersuchern erwähnt, zeigt der *acusticus* theils in, theils ausserhalb der Schädelhöhle massenhaft eingestreute, bipolare Ganglienzellen, die

von ebenso verschiedener Grösse wie Form sind. Die Ganglienzellen der isolirten, feinen Nervenfäserchen liegen oft gerade in den kleinen Löchern der *membrana cribrosa.* Die Primitivfasern des *acusticus* bestehen wie die aller Nerven der *Cyclostomen*[1]) nur aus Axencylindern mit dünner, kernhaltiger Scheide.

Wir kommen jetzt zur Betrachtung der Formverhältnisse im Innern des Gehörorgans. Im Allgemeinen kann man zwar mit J. Müller behaupten, dass die innere Form des Gehörorgans durch die äussere gegeben werde, insofern als einer äusseren Einziehung oder Furche eine innere, vorspringende Leiste entspreche, indess ist die Höhe der letzteren durchaus nicht immer der Tiefe der ersteren entsprechend, so dass bei genauerer Betrachtung diese Behauptung doch nicht ganz aufrecht zu halten ist.

Wie schon öfters erwähnt, ist das *vestibulum* durch den *sulcus frontalis* in eine äusserlich symmetrische, vordere und hintere Hälfte getheilt. Diesem *sulcus frontalis* entspricht eine ins Innere des *vestibulum* hineinspringende Erhebung, *crista frontalis* (Fig. 5, *Crfr.*), die indessen nicht überall gleiche Form und Höhe hat. Dieselbe beginnt sich aus 2 Schenkeln zusammensetzend, deren einer von vorn unten, der andere von hinten unten hinaufzieht, unmittelbar über und in der Fortsetzung der äusseren Wand des sackartigen Anhangs und ragt mit einem knopfförmigen, verdickten Anfang (Fig. 5, *Ccrfr.*) von aussen in die Einmündungsöffnung desselben hinein, so dass diese dadurch merklich eingeschnürt erscheint. Dann zieht sie bald an Höhe und Breite abnehmend, dem *sulcus frontalis* entsprechend mit sichelförmiger Krümmung nach aussen und oben, bis sie schliesslich fast ganz flach geworden, sich etwas nach aussen von der Commissur der *canal. semicirc.* in zwei, unter einem spitzen Winkel divergirende Schenkel theilt, die, ohne irgendwie in das Innere des *vestibulum* vorzuspringen, das der hufeisenförmigen Oeffnung in der Commissur entsprechende Loch im *vestibulum* umsäumen, um dann an der medianen Spitze desselben wieder zusammenzutreten und jetzt als nach einwärts vorspringende *crista* bis zur Einmündung des sackartigen Anhangs weiter abwärts zu ziehen. Dort, wo die *crista* sich zuerst in die zwei Schenkel spaltet, tritt zwischen diesen im Anfang eine dreieckige Membran auf, die den entstehenden Zwischenraum ausfüllt. Dieselbe endet gegen die Communicationsöffnung im *vestibulum* mit einem freien Rande, nur in der gedachten Fortsetzung der *crista frontalis* setzt sie sich auf die Unterfläche des oben schon angedeuteten Zapfens

---

[1]) Siehe auch M. Schultze: »Ueber die Endigungsweise des Hörnerven« im Archiv für Anat. Physiologie u. wissenschaftl. Medicin. 1858, p. 348.

in der Commissur der Bogengänge fort. Dieser Zapfen (Fig. 4 *Z*), von dem schwer zu sagen ist, ob er sich mehr aus der Commissur der Bogengänge herausbildet oder aus dem *vestibulum*, tritt von dort, wo sich die Aussenwände der beiden Bogengänge eng aneinanderlegen, in das Innere der Commissur hinein, um dann, sich sehr bald verbreiternd, und so die Communication zwischen der Commissur und dem *vestibulum* derartig verlegend, dass nur vorn und hinten ein schmaler Spalt frei bleibt, horizontal nach innen zu ziehen und hier mit fein auslaufender Spitze dicht über der *apertura aquaed. vest.* in die Wand der Commissur überzugehen. Wie oben erwähnt, zeigt das Dach der Commissur eine frontale Einziehung, welche die Trennung beider Bogengänge andeutet. Diese Einziehung setzt sich als Duplicatur, die aus der an einander liegenden Wandung beider Bogengänge besteht, so weit in die Tiefe fort, bis sie den Zapfen trifft, in dessen Mittellinie, die gleichsam einen Hilus bildet, sie sich tief einsenkt. Eine Communication der Bogengänge findet an der Commissur somit nicht statt und beide münden, getrennt durch den Zapfen, mit spaltförmiger Oeffnung in das *vestibulum*. Auf dem Querschnitt zeigt der Zapfen, abgesehen von dem Hilus, in der oberen Mittellinie stets eine runde Form.

Bei Betrachtung der *crista frontalis* haben wir schon vorhin der Einmündung des sackartigen Anhangs in das *vestibulum* Erwähnung gethan, gehen wir jetzt etwas genauer auf dieselbe ein. Es ist oben, wo zuerst von dem sackartigen Anhange die Rede war, bemerkt worden, dass derselbe der einzige grössere Abschnitt des Gehörorgans sei, der entschieden asymmetrisch zur frontalen Mittellinie liege. Dasselbe gilt nun auch von seiner Einmündung (Fig. 5 *Os.*) ins *vestibulum*, welche ebenfalls zu circa $^3/_4$ Theilen der hinteren und nur zu $^1/_4$ der vorderen Zelle angehört. Entsprechend der Längsaxe des betreffenden Organs, welche von der senkrechten etwas nach aussen abweicht, ist auch die Einmündung nicht ganz in der horizontalen gelegen, sondern ihr äusserer Begrenzungssaum steht etwas höher, als der innere, so dass sie von oben her nur unvollständig gesehen werden kann. Sieht man von innen oben gerade in die Oeffnung hinein, so ist die an der Innenwand liegende, schon oben als durchscheinend erwähnte, sattelförmige Verdickung sofort leicht ersichtlich (Fig. 5 *Ma.* Fig. 8 *Ma.*). Selbige beginnt gleich oben an der Oeffnung, wo sie sich aus zwei Schenkel zusammensetzt, von denen der eine, vordere, aus der inneren Abtheilung der vorderen und der andere, hintere aus der entsprechenden Abtheilung der hinteren *ampulla trifid.* herauskommt, und zieht dann an der Innenwand fast bis zum *fundus* hinunter, liegt aber den oben angegebenen Verhältnissen entsprechend fast ganz in der hinteren Hälfte des Gehörorgans. Diese Verdickung der Innenwand und die

von aussen in die Oeffnung hineinragende, kolbige Verdickung der *crista frontalis* geben der Einmündung des sackartigen Anhangs, die fast länglich oval sein würde, eine ganz gut ausgeprägte 8-Form. Gehen wir jetzt zur Beantwortung der Frage über, wie denn die *ampullae trifid.* in das *vestibulum* einmünden, und wie sich ihre Innenverhältnisse gestalten. An der vorderen und unteren, und dem entsprechend auch an der hinteren unteren Wand des *vestibulum* finden wir je eine grosse, kartenherzförmige, von oben vorn, resp. oben hinten, mit der Spitze nach unten zur frontalen Mittellinie convergirende Oeffnung, von der jede wieder der Länge nach durch eine der äusseren Einziehung zwischen den Ampullenabtheilungen entsprechende, vorspringende Leiste in zwei Abtheilungen getheilt ist, in eine innere und eine äussere. Die von Müller sogenannte mittlere Abtheilung der *ampullae trifid.* mündet gar nicht direkt ins *vestibulum*, sondern sie erreicht schon höher oben, nachdem sie eine sackartige Erweiterung gebildet hat, dort, wo äusserlich die transverselle Einschnürung sichtbar ist, ihr Ende, steht also nur mittelbar durch die sogenannten lateralen Abtheilungen mit dem *vestibulum* in Verbindung. Der transversellen Einschnürung, an die, wie wir gesehen haben, namhafte Aeste des *n. acusticus* herantreten, entspricht im Innern eine vorspringende, auf der Fläche marmorirt erscheinende Leiste, die im mittleren Theile schmal, nach beiden Enden hin sich aber bedeutend verbreitert (Fig. 10 u. 11 *Cr.*) und schliesslich abgerundet endet; es ist dies die *crista acustica*. Ihren abgerundeten Enden schliessen sich zwei ebenfalls aus der Wand hervorragende Verdickungen an, die mit ihrer Längsachse senkrecht zur *crista acustica* stehen. Dieselben haben eine nieren- oder halbmondförmige Gestalt, deren concave Seite sich der convexen Rundung der *crista acustica* anpasst (Fig. 31). Das marmorirte Aussehen der *crista acustica* wird an ihnen vermisst. Sonst stimmen sie in Lage, Form und, wie wir später sehen werden, auch in histologischer Zusammensetzung mit den Gebilden überein, die man in den Ampullen der übrigen Wirbelthiere als *plana semilunata* bezeichnet, und ich habe keinen Grund finden können, der ihrer Würdigung als solche hinderlich wäre. Ich will hier nochmals kurz erwähnen, dass diese Ampullenabtheilung, in der die *crista acustica* mit den *planis semilunatis* liegt, die eigentliche Ampulle ist, obwohl ich den Nachweis der *crista acustica* als solcher erst durch die Feststellung ihrer histologischen Structur geben kann. Auf der abgeflachten, dem *vestibulum* anliegenden und der *crista acustica* gegenüberliegenden Wand der Ampulle bemerken wir die aus dem Bogengang herunterkommende *raphe*, die wir gelegentlich schon oben erwähnt haben und auf die wir weiter unten noch einmal zurückkommen werden. Die Verbindung des Hohl-

raums der Ampulle mit dem der seitlichen, ampullären Abtheilungen wird durch zwei länglich ovale Oeffnungen hergestellt, die durch einen engen Schlitz mit einander verbunden sind. Beide seitliche Ampullenabtheilungen sind also von Anfang an nicht absolut getrennt. Am Dach der ovalen Oeffnungen finden wir die *plana semilunata,* die wir oben als durchscheinend erwähnten. Die nur spaltartige Communication dieser beiden Oeffnungen kommt theils dadurch, dass die *crista acustica* in ihrer Mitte etwas von ihrer starken Convexität nach hinten resp. vorn verliert und eine leichte Einsenkung nach der *raphe* zu zeigt, theils aber auch durch die stetige Zunahme der *raphe* an Breite und Höhe zu Stande.

Die Cavitäten der seitlichen ampullären Abtheilungen nehmen nach ihrem Ursprunge aus der Ampulle ganz entsprechend ihrer äusseren Form bald an Tiefe zu; auch sonst zeigen sie in ihrem Inneren keine eigenthümliche Form, die nicht schon durch ihre äussere Gestalt angegeben wäre. Beide Abtheilungen sind in ihrer ganzen Länge durch eine der Richtung der oben angegebenen äusseren Vertiefung entsprechende, sich aus dem Boden der Wand heraushebende Leiste, *crista longitudinalis* (Fig. 10 u. 11 *Crl.*), getrennt. Dieselbe beginnt mit ganz seichter Erhebung dicht unterhalb der Mitte der *crista acustica,* wächst aber an Höhe und Breite bald beträchtlich an und zeigt zumal bei abgelöstem Epithel auf ihrer Höhe deutlich mehrere zahnartige Höcker. Auf der vorderen *crista* bemerkte ich deren zwei grössere, auf der hinteren indess nur einen. Dass die Höhe dieser *crista* durchaus nicht durch die Tiefe der äusseren, interampullären Einziehung gegeben ist, wird auf Querschnitten leicht ersichtlich (Fig. 33).

Nach der *crista frontalis* zu, auf welche sie in ihrer Hauptrichtung ziemlich senkrecht steht, wird sie allmählig wieder etwas schmäler und und niedriger, und nachdem vorher noch der äussere Umsäumungsrand der Oeffnung der *ampulla trifida* an sie herangetreten ist, verläuft sie mit diesem zum *capitulum cristae frontalis,* in das sie sich von unten aussen und vorn, resp. hinten hineinsenkt, so dass es scheint, als ob sich dieses aus zwei Schenkel zusammensetze. Ungefähr von da ab, wo sie sich mit dem äusseren Umsäumungsrande des *ostium vestibulare ampullae trifid.* verbunden, bildet sie hinten die äussere Begrenzung der Einmündung des sackartigen Anhangs, vorn die einer Vertiefung, welche wir später als *recessus sacculi* genauer beschreiben werden, und des sackartigen Anhangs (Fig. 5). Zu beiden Seiten der *crista longitud.* fällt die Wandung der seitlichen, ampullären Abtheilungen entsprechend der Beschaffenheit der äusseren, interampullären Furche zuerst nur allmählig ab, bis sie dann später plötzlich in die Tiefe hinabsteigt. Ein Dach dieser Abtheilungen existirt wegen ihrer schräg gestellten Ein-

mündung in das *vestibulum* nur zum Theil; soweit es vorhanden ist, wird es durch das Ende der die *raphe* enthaltenden Bodenwand der Bogengänge gebildet. Dasselbe liegt mit der *raphe* so dicht über der *crista longitud.*, dass zwischen beiden nur ein enger Zwischenraum bleibt, das knopfförmige Ende der *raphe* aber legt sich dem ersten Höcker der vorderen und dem einzigen der hinteren *crista longitud.* eng an. Von diesen ab bis zur *crista acustica* hinauf findet also auch über der *crista longitud.* hinweg eine schmale Communication beider lateralen Ampullenabtheilungen statt. Die vereinigte Einmündung derselben ins *vestibulum* ist wie erwähnt herzförmig und zeigt seicht ins *vestibulum* hineinragende Ränder, deren äusserer Schenkel sich schliesslich mit der *crista longitud.* vereinigt, deren innerer um den innern Rand der Einmündung des sackartigen Anhangs herumzieht, um sich schliesslich dicht über demselben unter einem rechten Winkel mit der *crista frontalis* der Innenwand des *vestibulum* zu kreuzen. Die äussere, laterale Abtheilung findet durch den Zusammentritt des äusseren Begrenzungssaums mit der *crista longitud.* ein scharf begrenztes, zugespitztes Ende, während die inneren Abtheilungen, deren Begrenzungssaum sich ja der *crista longitud.* nicht anschliesst, am vorderen, resp. hinteren Rande der Einmündung des sackartigen Anhangs frei mit dessen Hohlraum in Verbindung treten.

Bisher haben wir die lateralen Abtheilungen der vorderen und der hinteren *ampullae trifid.*, sowohl die äusseren, wie die inneren, als völlig gleich geformt angesehen, und wir haben diese Gleichheit im Voraus aus der Symmetrie geschlossen, die wir bei der äusseren Ansicht constatirten. Für die äusseren Abtheilungen ist dieser Schluss vollständig gerechtfertigt, nicht aber für die inneren. Erinnern wir uns der asymmetrischen Einmündung des sackartigen Anhangs in das *vestibulum*, so wird uns leicht ersichtlich sein, dass der Boden der hinteren, inneren Ampullenabtheilung bedeutend kürzer ist, als der vorderen inneren.

Es existirt aber noch eine andere, für die morphologische Erklärung beider Theile interessante Differenz. Unmittelbar vor und etwas nach aussen vom vorderen Einmündungsrande des sackartigen Anhangs sieht man nämlich am Boden der inneren Abtheilung der vorderen *ampulla trifida* eine scharf umgrenzte, ovale Vertiefung auftreten (Fig. 5 *Rs.*), deren Tiefenachse wie die des sackartigen Anhangs von oben innen, nach unten aussen gerichtet ist, und deren Oeffnung einen dem entsprechenden Winkel zur Horizontalen bildet. Als äusseren, oberen Begrenzungsrand haben wir schon oben die *crista longitud.* angeführt. Auf die morphologische Dignität dieses *recessus* werden wir später noch zu sprechen kommen, doch glaube ich an dieser Stelle schon andeuten zu dürfen, dass demselben die Bezeichnung eines *recessus sacculi* wohl

nicht streitig gemacht werden kann. In der entsprechenden Abtheilung der hinteren *ampullae trifid.* findet man von einem solchen *recessus* keine Spur.

Ueber die innere Form der aus den eigentlichen Ampullen hervorgehenden Bogengänge wäre eigentlich nichts mehr zu sagen, denn dieselbe entspricht ganz dem äusseren Aussehen; nur über die *raphe* und zwei andere derselben parallel laufende, verdickte Streifen in der Wand derselben dürfte noch einiges im Zusammenhange zu bemerken sein. Mit einer knopfförmigen Verdickung am *foramen* der Commissur beginnend zieht sich die *raphe* auf der abgeplatteten, dem *vestibulum* aufliegenden Wand als ein verdickter Streifen entlang zum ampullären Ende des Bogengangs und weist somit auch bei diesen Thieren auf das Entstehen derselben als von dem Vorhofe abgeschnürte Röhren hin. In diesem Verlaufe nimmt sie bis ungefähr zur Mitte der Länge des Bogengangs allmählig an Höhe, weniger an Breite ab, bis sie dann wieder in gleichem Maasse stetig zu wachsen beginnt, so dass sie am *ostium vestibulare ampullae trifidae* wieder eine gleiche knopfartige Verdickung erreicht, wie die, mit der sie am *foramen* der Commissur begann. An beiden knopfförmigen Enden scheint sie sich dann (Fig. 9) in zwei Schenkel von geringer Höhe zu spalten, welche die betreffenden *foramina*, in welche sie etwas hineinragen, rings umsäumen. Die beiden seitlichen Streifen, *striae laterales*, zu beiden Seiten der *raphe* dort liegend, wo die flache Bodenwand der Bogengänge in die Seitenwände übergeht, beginnen ganz allmählig erst ungefähr in der Mitte der Länge derselben und ziehen dann, breiter und höher werdend, in gerader Richtung nach der Ampulle hin, in der sie, die verbreiterten Enden der *crista acustica* nicht ganz erreichend mit kolbig angeschwollenem Ende aufhören. Ein Stück von ihrem Endtheil ist Fig. 10 *stl.* angedeutet.

Soviel über die Form des Gehörorgans; schreiten wir jetzt zur Untersuchung des Inhalts und der epithelialen Auskleidung desselben, um daraus zur Entscheidung zu kommen, als was wir von vergleichend anatomischem Standpunkte aus die einzelnen Theile desselben zu würdigen haben. Ueber den Inhalt des *vestibulum* bemerkt J. Müller, dass er darin niemals kalkige Concretionen, weder Steine, noch krystallinisch pulverige Sedimente angetroffen habe; trübe, dickliche Massen, die vollkommen structurlos, aus unregelmässigen, kleinen Kügelchen bestanden, hält er für Gerinnungsproducte, die durch Weingeist niedergeschlagen wären. Reactionen auf kohlensauren Kalk ergaben stets negative Resultate. Aehnliche Angaben finden wir bei anderen Autoren (s. o. Literatur). Auch Reich bemerkt in seiner Abhandlung »Ueber den feineren Bau des Gehörorgans von *Petromyzon* und *Ammocoetes*«

(Untersuchungen zur Ichthylogie von Dr. A. Ecker, pag. 26), dass er niemals andere Otolithen habe finden können, als kuglige Concretionen, die theils isolirt, theils in grösseren Massen zusammenhängend vorkämen. Er fand dieselben im ganzen Labyrinthe zerstreut, in grösserer Menge aber im sackartigen Anhange, so dass er vermuthet, dass sie während des Lebens in diesem vielleicht einzig und allein enthalten seien. Bei Zusatz von Salzsäure sah er deutliche Gasblasen sich entwickeln. Auch bei Leidig und M. Schultze (s. Entwicklungsgeschichte von *Petromyzon Planeri*, Taf. VI. Fig. 3 *f*) finde ich keine weitergehende Aufklärungen.

Nach meinen eigenen Untersuchungen besteht der Inhalt des *vestibulum* und der Bogengänge aus einer mehr oder minder flockigen, faserigen Masse, die unter dem Mikroskope keine bestimmten morphologischen Gebilde erkennen lässt, wenn ihr nicht zufällig einige losgerissene Flimmerepithelzellen anhaften. Es scheint mir nicht zweifelhaft, dass diese theils faserige, theils flockige Zusammensetzung des Inhalts nur ein Product der letzten Flimmerzellenbewegung im *vestibulum* und der Einwirkung des Alkohols auf die endolymphatische, fibrinhaltige Flüssigkeit sein kann.

Wenn man sämmtliches Gerinnsel mit Vorsicht aus dem Gehörorgane entfernt, so sieht man bei genauerer Betrachtung durch die Lupe an verschiedenen Stellen des Vestibularbodens zusammenhängende, glitzernde Massen, die sich einerseits vom hinteren und vorderen Einmündungssaum des unpaaren Sacks in das *vestibulum* in die innere Abtheilung der hinteren und vorderen Ampulle hineinziehen, andererseits auch in den *fundus* des unpaaren Sacks hinabsteigen, um dort an einem compacteren, intensiver glänzenden Kerne zu enden. Nur sehr selten findet man dieselben in bestimmter Form in den äusseren Abtheilungen der Ampullen; sie sind hier entweder pulverig oder zerbröckelt, oder auch ist ihre Lage so, dass man dreist behaupten kann, künstliche Manipulationen haben sie dort hineingetrieben. In einzelnen Fällen lassen sich Theilchen derselben sogar in den Bogengängen auffinden, und ich kann also Reich's Behauptung, dass er Otolithen überall im Gehörorgane gefunden habe, durchaus nicht für irrig halten. Es fragt sich aber, wo findet man Otolithen constant, und wodurch vermögen wir bestimmt nachzuweisen, dass ihre Lage an einigen Stellen natürlich, an anderen aber künstlich hervorgebracht ist. Diesen Nachweis finden wir am sichersten durch wiederholte, vorsichtige Präparation und durch fortwährende Heranziehung vergleichend anatomischer Momente; wenn wir z. B. wissen, dass Otolithen in der übrigen Thierwelt nur über Nervenepithelien vorkommen, aber niemals über Pflasterepithel, so wäre es wohl gewagt behaupten zu wollen, dass dieselben bei den *Petromy-*

zonten z. B. in den Bogengängen als natürlich vorkommend anzusehen seien. Bei möglichst sorgfältiger Präparation fand ich Otolithen an folgenden Stellen des Gehörorgans vor:

In der inneren Abtheilung der vorderen *ampulla trifida.* Dieser Otolith (Taf. I. Fig. 12), der grösste von allen, ist von kartenherzförmiger Gestalt und liegt so, dass seine breite, mit einem Einschnitte versehene Basis der *crista acustica* der vorderen Ampulle, seine Spitze der Einmündung des unpaaren Sacks zugekehrt ist. Von seinen beiden Flächen ist die untere stark, die obere dagegen nur ganz wenig convex; seine Grösse beträgt in der Quere 0,38 mm, in der Länge 0,35 mm. Von seinen Rändern geht eine radiär gestreifte Membran aus (Fig. 12 *M.*), die der Otolithensackmembran der übrigen Thiere homolog, und die ihn in seiner Lage zu befestigen scheint, deren Anheftungspunkte ich aber niemals zu ermitteln vermochte. Um den Otolithen herum findet man constant noch kleinere, krystallinische Massen, die sich hauptsächlich an die abgerundete Spitze desselben anreihen und von da bis zum *recessus sacculi* als eine leicht zerbrechliche, längliche Platte (Fig. 15) sich hinziehen. An Präparaten, bei denen die untere Wand des Gehörorgans gehörig frei zu Tage liegt, sieht man den Otolithen gewöhnlich mit der Spitze etwas unter dem Dache der Ampulle hervorragen.

Der zweite Otolith von scharf begrenzter Form findet sich ganz constant im *recessus sacculi* (Fig. 5 *Rs.*). Er ist, wie Fig. 14 Taf. I. zeigt, von länglich runder Form, sein grösster Längsdurchmesser beträgt 0,15 mm, der quere 0,12 mm, seine untere Fläche, mit der er in die Tiefe des *recessus sacculi* hineinragt, ist stark convex, die obere dagegen plan. An den Rändern des Otolithen sieht man ebenfalls wieder eine gestreifte Membran und kleine kuglige Krystalle haften, die an der einen Seite zu einer festen Platte vereinigt in den sackartigen Anhang hineinziehen und hier bis zum dritten Otolithen von bestimmter Form zu verfolgen sind. Dieser Otolith (Fig. 13) des sackartigen Anhangs deckt die ganze *macula acustica* desselben und ist von unregelmässig länglich viereckiger Form, circa 20 mm lang und 16 mm breit; die Fläche, mit der er der *macula acustica* aufliegt, ist convex, die andere fast plan. Von seinem hinteren, oberen Winkel zieht sich eine Otolithenplatte in die innere Abtheilung der hinteren Ampulle hinein, die dort jedoch bald ihr Ende erreicht und nicht die Grösse der entsprechenden Platte der vorderen Ampulle hat. Durchs Mikroskop betrachtet, bestehen die Otolithen aus einer Unzahl kleiner, indess verschieden grosser, kugeliger Krystalle, die durch eine glashelle Kittsubstanz fest mit einander verbunden sind. Die plattenartigen Otolithen unterscheiden sich in ihrem Aussehen nur in soweit von den anderen,

als ihre einzelnen Kügelchen grösstentheils schärfer contourirt sind. Mit Salzsäure behandelt entwickeln sich aus sämmtlichen Otolithen reichliche Gasblasen. Diese Dreizahl der Otolithenmassen weist von vorne herein darauf hin, dass das Labyrinth der *Petromyzonten* nach demselben Typus wie das der übrigen Fische gebaut ist, bei denen ja auch wie bei den übrigen Wirbelthieren, mit Ausnahme des Menschen und der Säuger, die Dreizahl auftritt.

Auffallend dürfte es wohl erscheinen, dass bisher keine *membranae Corti* oder *cupulae terminales* über den *cristae acusticae* der Ampullen Erwähnung gethan ist, allein ich muss gestehen, dass es mir leider nicht gelungen ist, über diese vollständig ins Klare zu kommen. Wohl liessen sich für gewöhnlich bröcklige Stücke von Otolithenplatten an den *cristae* auffinden, auch ganz isolirte Krystallkügelchen waren dort gewöhnlich reichlich angehäuft, indess konnte ich niemals Präparate gewinnen, die eine bestimmte Form derselben constatirten. Meines Erachtens scheint es mir indess keineswegs zweifelhaft, dass auch hier plattenförmige Otolithen oder Otolithenmembranen, die dann den *cupulae terminales* der übrigen Vertebraten homolog von bestimmter Form und Grösse constant vorkommen, nur sind dieselben wegen der nöthigen, sehr subtilen Präparation der Ampullen und der Gebrechlichkeit derselben sehr schwer intact zu demonstriren.

Bevor wir jetzt zur Betrachtung der epithelialen Auskleidung des Gehörorgans übergehen, scheint es mir zweckmässig, erst noch etwas über das mikroskopische Gefüge der Wandung desselben zu sagen. Wenn man ein Stück der Wandung rein darstellt, indem man von aussen die faserige Hülle und die Nervenfäserchen, von innen das aufsitzende Epithel sorgfältig entfernt, so zeigt sich uns unter dem Mikroskope eine zarte, etwas ins Gelbliche scheinende, durchsichtige Membran, die in ihrem Gefüge keine Differenzirungen darbietet. Ueberall dort, wo sie starke Duplicaturen bildet, nimmt ihre Stärke um ein Geringes zu und schien mir hier auch zuweilen eine fein faserige Structur erkennbar zu sein. Bedeutende Contractilität ist überall leicht zu constatiren, und ich nehme deshalb keinen Anstand, die eigentliche häutige Wand des Gehörorgans zu den homogenen, elastischen, cuticularen Membranen zu zählen und dieselbe mit der Basalmembran der bindegewebigen Labyrinthwand der höher stehenden Wirbelthiere zu homologisiren, welch letztere sich bei diesen Thieren noch nicht aus der faserig-häutigen Hülle des Labyrinthbläschens differenzirt, die demnach ihr eigentliches Aequivalent in der embryonalen Zellmasse besitzt, die bei den übrigen Thieren aus sich Hülle und eigentliche Labyrinthwand entwickelt.

Gehen wir jetzt zur Betrachtung der epithelialen Auskleidung

über, so werden wir bald finden, dass eine genaue Grenzbestimmung zwischen den verschiedenen Epithelformen ein ziemlich schwieriger Punkt ist, ja dass sie zuweilen gar nicht mit Bestimmtheit anzugeben ist, da wir oft ganz verschiedenartige Formen auf kleinem Gebiete zusammen und in einander gedrängt finden. Von den verschiedenen Epithelformen haben wir ins Auge zu fassen: das Pflasterepithel, Cylinderepithel, Flimmerepithel und Nervenepithel.

Das Pflasterepithel finden wir vorzugsweise in den Bogengängen vertreten, in denen es mit Ausnahme des Epithels auf der *raphe* und den mit dieser parallel laufenden, beiden Streifen fast ausschliesslich vorkommt. Die Grösse und Form der einzelnen Zellen ist variabel; während sie sonst in den Bogengängen gross und polygonal geformt sind, nehmen sie in der Commissur eine mehr kleine, hin und wieder langgestreckte, spindelartige Form an, auch findet man hier, namentlich an der Spitze der Commissur, Uebergangsformen des Pflasterepithels zum niedrigen Cylinderepithel. Ausser in den Bogengängen kommt dann nur noch im sackartigen Anhange vorwiegend Pflasterepithel vor. Mit Ausnahme des Nervenepithels der *macula acustica* und mit Ausnahme einer schmalen Zone Cylinderepithels um die *macula acustica* finden wir in demselben nur Pflasterepithel, theils schön regelmässig polygonal, theils von etwas grösserer, mehr unregelmässiger Form, aber immer mit grossem, deutlichem Kerne versehen.

Fast ebenso massenhaft, doch mehr durch das ganze Gehörorgan zerstreut, als das Pflasterepithel, treffen wir das Cylinderepithel an, dessen niedrigste und höchste Formen wir zugleich repräsentirt finden. Wir finden es zunächst auf dem Zapfen der Commissur der Bogengänge, an dessen Basis es zuerst ganz niedrig, nach dessen Mitte hin es aber immer mehr an Mächtigkeit zunimmt, bis es bald eine Höhe von 0,03 — 0,045 ^{mm} erreicht hat. Nach der Spitze des Zapfens hin wird es dann allmählig wieder niedriger, um schliesslich durch die cubische Form hindurch langsam in das Pflasterepithel der Commissur überzugehen. Eigenthümlich scheint mir die Einpflanzungsweise des Epithels zu sein, und da hierüber doch etwas gesagt werden muss, so nehme ich gleich hier Gelegenheit einiges im Zusammenhange über den Bau des Zapfens zu sagen.

Derselbe besteht in seiner Achse, bis zu welcher von oben her die beiden zusammenliegenden Wände der Bogengänge einschneiden, aus einem faserigen, bindegewebigen Stroma, in dem zahlreiche Kerne zu erkennen sind. Dasselbe nimmt von der Basis bis zur Spitze des Zapfens fortwährend an Mächtigkeit ab und geht schliesslich mit seinen letzten, centralen Fasern in die innere Wand der Commissur über, an welcher dieselben indess bald nicht mehr zu verfolgen sind. Aus dieser

faserigen Achse erheben sich nun Gebilde von eigenthümlicher Form und Structur (Fig. 25 *c*, *c*), zu denen mir aus der übrigen Thierwelt keine Homologa bekannt sind. Dieselben wachsen scheinbar dicht gedrängt überall aus dem Mantel der Faserachse hervor, erreichen die Höhe von 0,06 mm und mehr, und haben im Allgemeinen die Form von langgestreckten, oben abgerundeten Cylindern. Sonst gilt auch von ihnen, dass sie desto flacher werden, je mehr sie sich der Spitze des Zapfens nähern. Jeder Cylinder zeigt sich als streng geschiedene Einheit und steht mit den anderen, ihn umgrenzenden in keiner weiteren Gemeinschaft, als dass sie eben eng an einander liegen. Der Bau derselben ist deutlich lamellös, so dass es scheint, als wäre eine Unzahl von Cylindern in einander geschoben, und sucht man sie durch Präparation zu zerstören, so erhält man in Folge dieses Baues fast immer muschlige Bruchflächen. Die Substanz der Cylinder ist von gallertiger Consistenz und zeigt bei grosser Durchsichtigkeit einen leicht gelblichen Schimmer. Auf diesem Cylinder steht nun das oben erwähnte Cylinderepithel, welches dadurch, dass es auf höckerigem Grunde ruht, von oben ein deutlich marmorirtes Aussehen erhält. Es sind nämlich diejenigen Epithelzellen, die ganz auf der Höhe der Cylinder stehen, also auf oder unmittelbar neben deren Längsachse, die kürzesten, gemäss der Rundung der oberen Cylinderenden werden sie von da ab in concentrischen Kreisen immer länger, bis sie dort, wo die einzelnen Cylinder sich eng an einander schliessen, die grösste Länge erreichen. Ich glaube, dass sich aus dieser verschiedenen Länge der Epithelzellen das marmorirte Aussehen derselben hinlänglich erklärt, zumal ich nach anderweitigen Unterschieden zwischen den einzelnen Zellen stets vergebens gesucht habe. Eigenthümlich und jedenfalls erwähnenswerth scheint mir noch der Befund zu sein, dass sich von der Faserachse des Zapfens fortwährend sehr feine Fäserchen abtheilen, um zwischen den einzelnen Cylindern aufwärts zu steigen und an solche Epithelzellen heranzutreten, die gerade auf dem Grenzsaume zwischen zwei Cylindern stehen. Das physiologische Verständniss für diesen Befund ist mir unklar, da sich wie gesagt kein Unterschied zwischen den Zellen nachweisen lässt. Zwar wäre es nicht unmöglich, dass die fraglichen Fäserchen noch kurz vor ihrer Insertion an die Zelle mehrere kleine Aestchen für alle anderen nicht damit versehenen Zellen abgeben, und dass dadurch die vollständige Gleichheit aller Zellen wieder hergestellt würde, indess, selbst wenn dies erwiesen, würde uns auch ein solcher Befund dem physiologischen Verständnisse wenig näher bringen, da uns doch einstweilen eine Einsicht in den Zweck des ganzen Zapfens noch vollständig fehlt. Es erübrigt uns nun noch etwas über die oben erwähnten, gallertigen Cylinder zu sagen. Es fragt

sich, sind dieselben als ein Product der Faserachse oder des Epithels aufzufassen, oder sind sie für ganz selbständige Gebilde zu halten. Das erste ist meiner Ansicht nach der Fall, trotzdem wir an anderen Stellen des Gehörorgans, z. B. in der *raphe* der Bogengänge und an der *crista longitudinalis* der Ampullen ähnliche Cylinder finden, ohne dass wir dort eine feste, faserige Grundsubstanz selbständig nachweisen können. Ich meine, wir haben hier eine der wenigen Stellen am Gehörorgane, wo sich aus den Elementen der Hülle eine selbständige, bindegewebige Wand abgeschieden, deren Zellen dann im embryonalen Zustande diese selbständigen Cylinder als Cuticulargebilde schichtenweise in mächtiger Lage abgesondert haben, und die dann noch das auch von anderen Orten des thierischen Körpers her bekannte Verhalten der Verbindung mit dem Epithel zeigen, so dass sich auch hier eine Verbindung von epithelialen Elementen mit Ausläufern von unzweifelhaften Bindegewebselementen nachweisen lässt.

Ganz ähnliche Verhältnisse wie am Zapfen bieten sich uns an der *raphe* der Bogengänge dar. Wir haben hier wieder eine Cuticularsubstanz, die in ihrem Wesen der obigen ganz gleich ist, nur in ihrer äusseren Form theilweise etwas von ihr abweicht; sie bildet hier nämlich nicht nur hohe Cylinder, sondern auch unregelmässige, becher- und pilzförmige Figuren (Fig. 9) von verschiedener Höhe. Auf deren abgerundeten, oberen Enden steht dann wieder ein Cylinderepithel von 0,015—0,018^{mm} Höhe (Fig. 34), das mit der Höhe der seitlichen, niedriger werdenden Cuticularbildungen abnimmt und an den Rändern der *raphe* ziemlich plötzlich in das Pflasterepithel der Bogengänge übergeht. In dem mittleren Theile der *raphe*, dort, wo sie äusserlich sehr wenig ausgeprägt erscheint, ist die Cuticularsubstanz sehr spärlich, sie besteht hier aus kleinen, flachen Knöpfchen mit breiter Basis, auch das Epithel ist hier entsprechend niedriger. Am beträchtlichsten ist sowohl Cuticularsubstanz, als Epithel an den beiden knopfförmigen Enden der *raphe*.

Die Grundmembran der *raphe* ist etwas verdickt und zeigt zum Unterschiede von der übrigen Wandung der Bogengänge ein fein faseriges Gefüge mit spärlich eingestreuten, spindelförmigen Kernen. Wir haben oben bei der Beschreibung der Bogengänge noch zweier seitlicher Längsstreifen in denselben Erwähnung gethan, und wollen wir deren Epithelialbekleidung hier jetzt gleich mitberühren.

Es ist mit Bezug darauf nur kurz anzugeben, dass dieselben an verschiedenen Stellen ein verschieden hohes Cylinderepithel tragen, niedriges an ihrem Entstehungsorte in der Mitte des Bogengangs, dann nach der Ampulle hin allmählig immer höheres, bis am kolbigen Ende dicht neben der *crista acustica* das Maximum der Höhe erreicht wird. Auch

hier finden wir unter dem Epithel wieder eine Cuticularsubstanz, genau so wie in der *raphe* gebildet und ihre Höhe genau entsprechend der wachsenden Höhe des Epithels.

Ferner finden wir dann Cylinderepithel sehr schön ausgeprägt in den *planis semilun.*, den inneren und äusseren Abtheilungen der Ampullen, indess hier nur an beschränkten Stellen, auf der *crista longit.* zwischen den Ampullenabtheilungen und auf dem knopfförmigen Vorsprunge der *crista frontalis*, der von aussen über die Oeffnung des sackartigen Anhangs hinüberragt. Auf dem *planum semilun.* hat es durchgehends die Höhe von 0,06 mm, während es auf der *crista longit.* nicht über 0,05 mm hinauskommt. Von ganz wechselnder Höhe ist es in den Ampullenabtheilungen. Zunächst unter der *crista acustica* finden wir in beiden Abtheilungen ganz niedriges, kaum über die kubische Form hinausgehendes Epithel mit grossem, deutlichem Kern, welches indess in weiterem Verlaufe bald andere Grössen annimmt. Mit der ansteigenden Höhe der *crista longit.* (Fig. 10 u. 11) und dem allmählig höher werdenden Epithel auf derselben nimmt auch zu beiden Seiten von ihr das Epithel der von da ab schalenförmig in die Tiefe steigenden Wandung der Ampullenabtheilungen an Höhe bis zu 0,045 mm zu, die demselben dann in den äusseren Abtheilungen bis zum Ende der *crista longit.* bleibt, in den inneren aber am Saume der Nervenzunge (Fig. 10 u. 11 *Cr.*) aufhört.

In querer Ausdehnung der Ampullenabtheilungen fällt mit der ansteigenden Tiefe derselben das Epithel zu immer niedrigerer Form ab, so dass es im Grunde nur noch die Höhe von 0,015 mm behält und schliesslich an den zur *raphe* aufsteigenden Aussenwänden grösstentheils in einfaches Pflasterepithel übergeht. Nur an einer kleinen Stelle derselben, nahe dem Einmündungsrande in die Vorhofsäcke finden wir wieder hoch anwachsendes Cylinderepithel (Fig. 32). Die Stärke der Wandung in den Ampullenabtheilungen ist überall proportional der Höhe des Epithels; sie erreicht höchstens die Dicke von 0,02 mm, zeigt völlig homogene Structur und ist von gelblicher Färbung. An ihrer Aussenfläche ist sie theilweise sehr innig mit der häutig-faserigen Hülle verbunden (Fig. 32). Auffallend ist noch eine quere, von der *crista longit.* aus zwischen der Nervenzunge und der *crista acustica* der eigentlichen Ampulle durch die innere Ampullenabtheilung der vorderen *ampulla trifida* hindurch verlaufende Verdickung der Wandung (Fig. 11 *d*), welche erst an der aufsteigenden Wand allmählig ihre Höhe verliert und in das Niveau der übrigen Wandung zurücksinkt, ausserdem noch eine auf dem Ende der *crista longitudinalis ant.* befindliche, zungenförmige Anhäufung einfacher Cylinderzellen (Fig. 11 *crh*). Ich komme auf diese wichtigen Verhältnisse noch zu sprechen.

Es bleibt nun noch ein Weniges über den Bau der *crista longit.* zu sagen übrig, deren äussere Form wir schon oben genugsam erörtert haben.

Dieselbe besteht aus einer beträchtlich verdickten, homogenen Grundsubstanz, aus der sich massenhaft hohe, verschieden geformte Cuticularbildungen erheben (Fig. 33), die von denen der *raphe* und des Zapfens nur durch ihre theilweise hervorragende Grösse etwas verschieden sind. Ungleich gross an verschiedenen Stellen, bilden sie dadurch auf der vorderen *crista* zwei hervorragende Höcker, denen indess auf der hinteren nur ein einziger entspricht (Fig. 5). Das Cylinderepithel ist überall von mittlerer Höhe (0,03 ^{mm}), nur nach der *crista acustica*, wenigstens der hinteren Ampulle hin, wird es zuletzt der Abflachung der Leiste selber entsprechend niedriger.

Soviel einstweilen über die Verbreitung des Cylinderepithels, gehen wir jetzt zum Flimmerepithel über, diesem wichtigen Bestandtheile, der, wie Dr. Hasse späterhin weiter ausführen wird, als letztes Ueberbleibsel dieser im Gehörorgane der Wirbellosen so weit verbreiteten Elemente den Zusammenhang zwischen Vertebraten und Evertebraten auch in diesem wichtigen Sinnesorgane herstellt. Dieses in seinem Vorkommen und seiner Grösse hier jedenfalls auffallende Epithel finden wir einzig und allein in den beiden Vorhofssäcken, deren Wandung es ausschliesslich bekleidet. Die Grösse der einzelnen Zellen schwankt, das Flimmerhaar abgerechnet, zwischen 0,02 — 0,03 ^{mm}, so zwar, dass man die kleineren an den hervorragenden Falten und an den Rändern des *vestibulum*, die grösseren auf der übrigen Wandung derselben findet. In der Form zeigen sie (Fig. 30) nur geringe Abweichungen von einander; indem man bei allen im Ganzen die cylindrische Form gewahrt sieht, gehen jedoch einige mit mehr zugespitztem, unterem Ende in die Kegelform, andere mit unten breiten, abgerundeten Enden mehr in die Flaschenform über. Der Zellenkern, gross und scharf umgrenzt, liegt in verschiedener Höhe, meist ziemlich im Grunde der Zelle, sehr selten in der oberen Hälfte derselben; er schickt zu der Basis des Flimmerhärchens ein feines, glänzendes Fädchen hinauf, dessen man indess nur bei völlig ungetrübtem Zellprotoplasma ansichtig wird. An ihrem oberen Ende tragen alle Zellen einen stark verdickten glänzenden Saum, der mit dem Flimmerhaare in sehr inniger Verbindung zu stehen scheint, weil er bei Zerstörung der Zelle durch chemische oder mechanische Eingriffe sich stets von dem übrigen Zellenkörper trennt und am Flimmerhaare haften bleibt. Aus der Mitte dieses verdickten Saumes erhebt sich nun das Flimmerhaar (Fig. 30) in einer messbaren Stärke von circa 0,005 ^{mm}, die es indess durch fortwährende Verjüngung bald verliert, bis es in einer Länge von 0,05 ^{mm} in eine

haarfeine Spitze ausläuft. Im Allgemeinen kann man sagen, dass das Flimmerhaar stets die doppelte Länge des zugehörigen Zellkörpers erreicht. Die Substanz derselben ist stark lichtbrechend und sehr resistent gegen chemische Agentien, so dass ich die von Leydig beobachtete faserige Längsspaltung nur durch längere Salzsäure-Einwirkung erhalten konnte. Erwähnt möge noch werden, dass man an Präparaten die Härchen fast ausnahmslos sichelförmig gekrümmt und alle schräg nach einer Richtung hin gelagert findet.

Während wir nun diese Flimmerzellen meiner Ansicht nach als alleinige epitheliale Auskleidung der Vestibularsäcke zu betrachten haben, finden wir doch nach vorsichtiger Entfernung dieses Epithels auf der Wandung noch andere zerstreut liegende Zellgebilde von eigenthümlicher Form, deren schon Reich in seiner oben angeführten Abhandlung als »Ersatzzellen« Erwähnung thut. Im Anfange geneigt, dieselben wegen ihrer Form als abgerissene, auf der Membran zurückgebliebene Flimmerzellenreste anzusehen, wurde ich durch Querschnitte durch die Vestibularwand doch bald überzeugt, dass dieselben wirklich für eigenartige Zellen zu halten sind, die überall einen deutlichen Kern zeigend, mit breiter Basis der Membran aufsitzen, nach oben hin aber fadenförmig, spitz auslaufen (Fig. 24 u. 29 *e*). Dass dieselben, wie Reich behauptet, vollständig bis zur Oberfläche des Flimmerepithels hinaufreichen, konnte ich nur in einzelnen Fällen constatiren, meist schienen sie mir ungefähr in der halben Höhe der Flimmerzellen ihr Ende zu finden und so nur den Platz auszufüllen, der zwischen den unten zugespitzten Enden der Flimmerzellen frei gelassen bleibt. Ob dieselben nun wirkliche Ersatzzellen für die Flimmerzellen sind, wie Reich annimmt, oder ob sie in irgendwelcher Beziehung zu der Erregung der Flimmerbewegung stehen, darüber dürfte wohl einstweilen eine endgültige Entscheidung schwer zu fällen sein, ehe nicht bestimmte, an sie herantretende Nervenfasern nachgewiesen sind, von denen ich leider keine Spur finden konnte. Zwar ist uns ein Nerv, der *facialis* gegeben, der, und ich mache ausdrücklich auf diesen wunderbaren Umstand behufs weiterer Forschung aufmerksam, durch seinen eigenthümlichen, ringförmigen Verlauf um das *vestibulum* darauf hinzuweisen scheint, dass er auch für dasselbe bestimmt sei, allein es lässt sich trotz allen Suchens auch keine einzige Faser auffinden, die in die überall äusserst zarte, homogene Vestibularwand hinein zu verfolgen wäre, trotzdem derselbe vom Ursprunge bis zum Ende, wahrscheinlich durch Abgabe feiner Fäserchen ins Innere der Säcke, allmählig abnimmt.

Es ist nun noch eines einzigen Punktes im *vestibulum* zu gedenken, wo wir kein Flimmerepithel, sondern statt dessen ein hohes Cylinder-

epithel vorfinden; es ist dies der Rücken und das Köpfchen der nach innen vorspringenden, das *vestibulum* in zwei Zellen theilenden *crista* (Fig. 5 *Ccrfr.* u. *Crfr.*). Während die seitlichen Abhänge derselben das kleiner werdende Flimmerepithel zeigen, finden wir längs des Kammes ein mit der Höhe der *crista* entsprechend anwachsendes Cylinderepithel, das seine grösste Höhe auf dem *capitulum* erreicht, um dann nach dem sackartigen Anhange hin allmählig in Pflasterepithel überzugehen. Die Grundsubstanz der *crista* ist stark verdickt, hat ein fast knorpeliges Aussehen, und zeigt ähnlich wie die Cuticularsubstanz der *raphe* etc. einen sehr fein concentrisch geschichteten Bau mit einzelnen von der Basis aufsteigenden, lichtglänzenden Fasern, ohne dass jedoch Cuticulargebilde wie z. B. im Zapfen zu unterscheiden wären. Wenn Reich behauptet, auf den vorspringenden Falten des *vestibulum* das Cylinderepithel in eigenthümlicher Weise mit Acusticusendigungen in Verbindung gesehen zu haben, so muss ich gestehen, dass ich von alle dem nichts gefunden habe und meiner Meinung nach hier auch nicht einmal ein Anklang an Nervenepithel gegeben scheint.

Wir kommen jetzt zur vierten Epithelialform, zum Nervenepithel, und wollen wir auch hier wieder zuerst die Frage erörtern: Wo finden wir denn Nervenepithel? Wenn es richtig war, von vornherein die Bogengänge als wirkliche Bogengänge und ihre kolbigen Enden als wirkliche Ampullen anzusehen, so konnte man vom vergleichend anatomischen Standpunkte aus gleichfalls von vorne herein behaupten, dass sich in den Ampullen der Bogengänge Nervenepithel finden müsste, nach Analogie mit der höheren Thierwelt voraussichtlich sogar auf einer *crista acustica* stehend. Fanden wir indess dort kein Nervenepithel, so waren wir füglich berechtigt, die Dignität der Ampullen, wie der Bogengänge als solche ganz in Zweifel zu ziehen. Indess täuschte die erste Annahme und mit ihr der vergleichend anatomisch gewonnene Schluss nicht. Wir finden, wie schon weiter oben erwähnt wurde, in den Ampullen an der convexen Wand eine deutlich ausgeprägte, auf einem niedrigen Septum ruhende Nervencriste (Fig. 10 u. 11 *Cr.*), die in ihrem schmalen, mittleren Theile circa 0,17 ^{mm}, an ihren Enden circa 0,3 ^{mm} breit ist und in der Ansicht von oben die typische Marmorirung zeigt.

Nicht so leicht war es bei den anderen Theilen gegründete Vermuthungen auf Nervenepithel hinzustellen, denn wegen der ganz eigenartigen Form des Gehörorgans vermochte wohl keiner aus der äusseren Gestalt und der Lage der Theile einen begründeten Schluss auf Analogien mit den Abtheilungen des Gehörorgans höherer Thiere zu machen. Konnte man allerdings von vornherein sagen, dies muss aus bestimmten Gründen die Schnecke sein und das der *sacculus*, so war damit zugleich

mit Bestimmtheit ausgesprochen, dass dann auch Nervenepithel daselbst zu finden sei. Da indess eine solche Bestimmung schlechterdings unmöglich war, so blieb schliesslich als der einzige Weg zur sicheren Eruirung desselben eine sorgfältige Präparation übrig. Wenn schon die herantretenden Nervenfasern und die durchscheinende *macula* an der Innenwand das Vorhandensein von Nervenepithel im sackartigen Anhange kaum mehr zweifelhaft liessen, so wurde die Feststellung der ganzen Ausbreitung des Epithels auch in den inneren Abtheilungen der Ampullen im Anfange wesentlich durch das Auffinden der Otolithen erleichtert, denn es war überall, wo sie sich fanden, mindestens die Vermuthung gerechtfertigt, dass dort auch Nervenepithel vorhanden sei. Durch Zusammenstellung einer Reihe von Präparaten und mit Hülfe massenhaft angefertigter Querschnitte gelang es mir schliesslich eine zusammenhängende *macula acustica* von folgender Ausbreitung bestimmt nachzuweisen.

Aus dem sackartigen Anhange heraus, wo wir die ganze hufeisenförmige Verdickung an der Innenwand als *macula acustica* zu betrachten haben, zieht sich von der vorderen, oberen Ecke derselben ein schmaler Schenkel aufwärts über den vorderen, inneren Einmündungsrand in die innere Abtheilung der entsprechenden, ampullären Erweiterung. Indem er sich hier durch den Grund der als *recessus sacculi* bezeichneten Vertiefung (Fig. 5 u. 11 *Rs.*) hindurchzieht, verbreitert er sich allmählig in dem weiteren Verlaufe an der zur *crista longit.* aufsteigenden Wand und endigt circa 0,04^mm^ vor der *crista acustica* der vorderen Ampulle, nachdem seine Verbreiterung zuletzt noch stärker zugenommen hat, mit einem abgerundeten, breiten Ende (Fig. 11). Vom *recessus sacculi* ab liegt die in ihrer Ausbreitung im Ganzen eine Zungen- oder Schuhsohlen-Form darstellende Nervenepithelausbreitung der *crista longit.* unmittelbar an, indess entfernt sie sich allmählig etwas davon, indem sie mit ihrem Ende mehr in die Tiefe der ampullären Abtheilung hineinzieht. Es kann uns dieses Lageverhältniss vielleicht die irrige Angabe in Reich's Abhandlung erklären, dass auf der *crista longit.* selber Nervenepithel zu finden sei. Erörtern wir jetzt auch gleich das Verhältniss der Otolithen zu dem Nervenepithel, so finden wir, dass der oben erwähnte, grösste Otolith (Fig. 12) dem breiten, abgerundeten Ende der Nervenzunge aufliegt; von da ab bis zum *recessus sacculi* sehen wir dann eine Otolithenplatte (Fig. 15) und im *recessus sacculi* selber den kleinsten Otolithen (Fig. 14) das Epithel decken, so dass dem zusammenhängenden Epithel eine ebenso zusammenhängende Otolithendecke entspricht. Ueber den Otolithen auf der *macula acustica* des sackartigen Anhangs (Fig. 13) und auf dem vorderen Schenkel bis zum *recessus sacculi* dürfte bereits oben

genug gesagt sein. Entsprechend der Ausbreitung des Nervenepithels in der vorderen, ampullären Abtheilung finden wir ebenfalls von der *macula acustica* des sackartigen Anhangs, und zwar von dessen hinterem, oberen Ende ausgehend, einen Schenkel in die innere Abtheilung der hinteren Ampulle hineintreten; indessen erreicht derselbe lange nicht die Grösse der entsprechenden, vorderen *macula,* wiewohl er genau deren Form und Lage innehält. Statt eines Otolithen von bestimmter Prägung konnte ich hier immer nur eine Otolithenplatte finden.

Weiteres Nervenepithel, etwa in den äusseren Abtheilungen der *ampullae trifidae* zu entdecken, ist mir nicht gelungen, und so müssen wir uns einstweilen bei der Annahme einer einzigen, zusammenhängenden *macula acustica*, die durch den sackartigen Anhang hindurch fast von einer *crista acustica* zur anderen reicht, begnügen. Vielleicht hat dieselbe im ersten Augenblicke etwas Befremdendes, allein sie steht doch nicht so ganz vereinzelt da, denn wir werden später bei *Myxine*, und zwar bei einer wesentlich anderen Form des Gehörorgans, eine eben solche *macula acustica* wiederfinden.

Gehen wir jetzt näher auf die Nervenendapparate ein, wie sie sich auf den *cristae* und in der *macula acustica* finden, so haben wir zunächst zwei verschiedene Zellformen zu betrachten, aus denen sich das Nervenepithel constant zusammensetzt; es sind dies die sogenannten Zahnzellen und die Stäbchenzellen. Ferner würden wir dann noch etwas über die bindegewebige Grundsubstanz und die feineren Nervenfasern zu bemerken haben. Die Zahnzellen, dicht gedrängt neben einander stehend, haben im Ganzen die Form der von M. Schultze [1]) sogenannten Basalzellen; sie sitzen mit dem abgestumpften, centralen Ende dem Bindegewebe auf, mit ihrem mehr zugespitzten, peripheren Ende aber verschwinden sie nicht zwischen den höher liegenden Stäbchenzellen, sondern bilden mit ihnen zugleich die freie Fläche des Epithels. Ihre Länge beträgt circa 0,04 ^{mm} und zeigen sie im Grunde des centralen Endes stets einen deutlichen, ovalen Kern. Zwischen den fast fadenförmigen Enden der Zahnzellen eingeschaltet liegen nun wie bei den übrigen Wirbelthieren die Stäbchenzellen, die alleinigen Träger der Nervenenden (Fig. 26, 27 u. 28 *st.*). Dieselben sind von kurzer, gedrungener Flaschenform, circa 0,015 ^{mm} lang und hängen von der freien Fläche des Epithels her gleichsam frei zwischen den Zahnzellen, da sie mit ihrem centralen Ende lange nicht bis zur Grundmembran hinunterreichen. Ihr grosser, runder, oder ovaler Zellenkern liegt immer im Grunde der Zelle und zeigt gewöhnlich ein

---

[1]) Max Schultze »Ueber die Endigungsweise der Hörnerven« im Archiv für Anatomie, Physiologie u. wissenschaftl. Medicin. 1858, pag. 348.

schönes, glänzendes Kernkörperchen. Der obere, freie Rand der Zelle ist beträchtlich verdickt (Fig. 28), und aus ihm erhebt sich dann ein feines, spitzes Härchen, gewöhnlich von 0,015 mm Höhe; indess habe ich dieselben auch in der Länge von 0,036 mm angetroffen, wo dann noch die obere Spitze eine kleine, knopfförmige Anschwellung zeigte, die ich indess entschieden für ein postmortales Einschmelzungs- oder Gerinnungsproduct des oberen Haarendes halte. Es lässt sich hieraus wohl schliessen, dass die natürliche Länge der Hörhaare noch um ein Wesentliches über 0,036 mm zu schätzen sein dürfte. Der Nerveneintritt in das untere, centrale Ende der Zelle bildet jedenfalls einen der schwierigsten Punkte der Untersuchung und habe ich nur in sehr vereinzelten Fällen Gelegenheit gehabt, ein abgerissenes Nervenfädchen daran zu bemerken; nur ein einziges Mal sah ich ein aus der Bindegewebsmembran heraustretendes, intactes Nervenfädchen an die Stäbchenzelle herantreten.

Betrachten wir jetzt nach dieser Erörterung der Zellformen das Epithel von der Fläche, so können wir uns wohl leicht eine Erklärung über das marmorirte Aussehen desselben geben[1]. In der Abwechslung der Zahnzellen mit den Stäbchenzellen, welch erstere so angeordnet sind, dass sie immer in einfachem Kranze die letzteren umstehen, und in der verschiedenen Grösse des Querschnitts beider Zellformen dürfte meiner Meinung nach das ganze Geheimniss begründet sein.

Die Grundmembran der *maculae* und *cristae acusticae* zeigt an verschiedenen Stellen eine sehr verschiedene Mächtigkeit; hauptsächlich ist dies auffallend an der *macula* des sackartigen Anhangs. Dort zeigt sie am unteren Rande eine Stärke von 0,09 mm, während sie dann weiter oben nach dem Oeffnungsrande des Anhangs zu kaum noch 0,03 mm im Querschnitte hat. Ihr Gefüge ist an der Aussenseite, dort, wo die Nerven an sie herantreten, feinfaserig; diese Faserung wird indess nach der epithelialen Seite hin immer feiner, und bald sieht man nur noch eine homogene, gelbliche Substanz, in der nur bei starker Vergrösserung eine feine lamellöse Schichtung, wie wir sie oben schon öfter erwähnt haben, sichtbar wird. In querer Richtung wird diese Membran von massenhaften, aufwärtssteigenden, glänzenden Nervenfädchen durchzogen, deren Bau schon Max Schultze in seiner oben citirten Schrift zur Genüge aus einander gesetzt hat.

Nach seiner Untersuchung bestehen die Primitivfasern nur aus Achsencylindern mit dünner, kernhaltiger Scheide, während die aus der Grundmembran der *macula acustica* herausgetretenen Fasern keinerlei Hülle mehr besitzen, sondern freie Achsencylinder sind. Ich kann

[1] l. c.

diesen Befund durchaus bestätigen, und habe nur hinzuzufügen, dass meiner Ansicht nach die Nervenfäserchen ihre Hülle gleich beim Eintritt in die Membran verlieren und sie diese also schon als freie Achsencylinder durchsetzen. Aus der Membran herausgetreten ziehen sie dann als feine, glänzende Fädchen zwischen den Zahnzellen aufwärts bis zur Basis der Stäbchenzellen, an welche sie sich ansetzen. Mit den Zahnzellen treten sie weiter in keine Verbindung.

Kurz vor dem Eintritt in die Bindegewebsmembran bemerkt man an einigen Nervenfasern kleine gangliöse Anschwellungen, in denen ich in mehreren Fällen sicher einen Kern gefunden zu haben glaube, so dass ich M. Schultze's Ansicht, dieselben alle für Kunstproducte, entstanden durch ungleiche Diffusionswirkung in der Nervenfaser, zu halten, nicht so ganz theilen kann. Die Auffassung Reich's (s. seine oben erwähnte Abhandlung) von den letzten Nervenenden ist mir kurz gesagt ein Räthsel geblieben.

Wir haben jetzt, wie ich glaube, alles betrachtet, was in makroskopischer und mikroskopischer Beziehung über das betreffende Gehörorgan zu sagen wäre, es dürfte nun wohl interessant sein, noch etwas darüber zu bemerken, wie denn vergleichend anatomisch die einzelnen Theile dieses Gehörorgans zu deuten sind. Wir haben bisher viel von einem sackartigen Anhange, von äusseren und inneren Ampullenabtheilungen etc. gesprochen, ohne dass wir für diese Benennungen einen anderen Beweggrund als die Autorität von J. Müller und die rein äusserliche Form des betreffenden Theiles gehabt hätten; es handelt sich nun darum, Berechtigungen zu finden, vermöge deren wir uns von diesen in der Otologie eigentlich nichts sagenden und vergleichend anatomisch nichts bedeutenden Benennungen losmachen können, um so für ein und denselben Gegenstand andere, längst eingeführte Namen mit bestimmt anatomischem Begriffe einzusetzen, die dann der Zugehörigkeit des Gehörtypus der *Cyclostomen* zu dem höherer Thiere zugleich Ausdruck verleihen würden.

Während früher von Breschet u. a. dem Gehörorgane von *Petromyzon* u. a. nicht einmal Bogengänge zugestanden wurden und damit einstweilen ein Gehörorgan von primitivster Bläschenform Anerkennung fand, wurde dann bald durch J. Müller die Existenz von zwei Bogengängen ausser Zweifel gestellt, und so war doch wenigstens eine Grundlage gewonnen, geeignet, das Gehörorgan der *Cyclostomen* dem der übrigen Wirbelthiere anzureihen. Freilich mochte auch dieser Befund von zwei Bogengängen späteren, vergleichenden Anatomen schwerlich genügen; man war so an die Dreiheit der Bogengänge gewöhnt, von der ja bisher bei Wirbelthieren keine Ausnahme constatirt war, dass wohl mancher im Stillen trotz aller vorliegenden Untersuchungen sich der Ansicht nicht

hat entschlagen können, es würde sich auch noch ein dritter (horizontaler) Bogengang, oder mindestens doch ein Rudiment von demselben auffinden lassen.

Ich gestehe, dass auch ich mir diesen Zweifel an J. Müller's Autorität erlaubt und viel Aufmerksamkeit auf den dritten, fehlenden, horizontalen Bogengang verwendet habe.

Als ich von dem Nichtvorhandensein desselben überzeugt war, sah ich mich dann genöthigt, um wo möglich einen Uebergang zu dem Typus des Gehörorgans der höheren Wirbelthiere zu finden, wenigstens nach einer Ampulle zu suchen, die der horizontalen entspräche, in der Annahme, in der mich auch die später darzulegenden Verhältnisse des niedriger organisirten Fisches, der *Myxine*, nicht täuschten, und wofür auch entwicklungsgeschichtliche Erfahrungen des Herrn Dr. Hasse sprachen, dass sich die Ampullen aus dem einfachen Labyrinthbläschen von den Bogengängen differenziren.

Ich glaube, es ist mir geglückt, eine solche zu finden und somit *Petromyzon* als Bindeglied zwischen *Myxine* mit zwei und den übrigen Wirbelthieren mit drei ausgebildeten Ampullen hinzustellen. Dieselbe stellt sich jedoch nicht wie bei den höheren Vertebraten dar, sondern sie verharrt, wie wir gleich sehen werden, auf einer gewissen embryonalen Stufe, und würde kaum als solche zu erkennen sein, wenn man nicht die Entwicklungsgeschichte zu Hülfe nähme, und das zeigt denn ausser manchen anderen Verhältnissen wiederum, wie nahe *Petromyzon* der *Myxine*, steht und eine wie grosse Kluft im Verhältniss zu diesen Thieren die Neunaugen und die übrigen Fische trennt, und wie wir die Uebergangsformen zu ihnen wohl in einer ausgestorbenen Thiergruppe zu suchen haben, deren vereinzelte, lebende Verwandte die *Cyclostomen* sind. Ich habe lange nach dem charakteristischen Elemente, nach einer *crista acustica* der horizontalen Ampulle gesucht und musste dieselbe, da sie bei den übrigen Wirbelthieren nach aussen von der anderen vorderen, der sagittalen Ampulle liegt, zunächst in der äusseren Abtheilung der vorderen *ampulla trifida*, und zwar mit demselben charakteristischen, zungenförmigen Aussehen, wie bei den übrigen Vertebraten vermuthen. In der That glaube ich in dem Ende der vorderen *crista longitudinalis* ein Gehörleistenrudiment zu sehen, das gegenüber demselben Theile der hinteren eine Eigenthümlichkeit darin zeigt, dass es mit einer dunklen, zungenförmig gestalteten Masse höherer Cylinderzellen (Fig. 11 *crh.*) bekleidet ist, an deren hinteres, breites Ende die Leiste *d* tritt, die diesen Theil somit gleichsam von der übrigen Längsleiste abschneidet. Allein, wird man einwenden, dieser zungenförmige Theil der Leiste zeigt weder Nerven, noch trägt er die beiden charakteristischen Formen des Nervenepithels,

Stäbchen und Zahnzellen, es gehen ihm also die charakteristischen Elemente einer *crista acustica* ab, allein, wie so oft, hilft über diese Schwierigkeit die Entwicklungsgeschichte hinweg. Würde einem Thiere, wie es hier der Fall ist, ein Bogengang und eine ausgebildete Ampulle abgehen, so könnte, falls die Grundanschauung richtig, dass niedere Organformen niederen Entwicklungsformen entsprechen, es nur die horizontale sein, die sich bei den Wirbelthieren, wie wir wissen, später als die frontale und sagittale aus dem Labyrinthbläschen entwickelt, und nur dann, wenn sie selbst ohne Bogengang in voller Ausbildung vorhanden, müssen wir auch die *crista acustica* mit dem bekleidenden Epithel in seinen charakteristischen Formen und die Nerven in derselben voll entwickelt, differenzirt sehen. Eine vollkommen ausgebildete Ampulle fehlt nun aber hier, sie ist nur als schwache, äussere Ausbuchtung der *ampulla trifida* vorhanden, und so dürfen wir wohl von vorneherein annehmen, dass sie in ihren Elementen, namentlich der Gehörleiste, auf einer niederen Entwicklungsstufe beharrt. Wir wissen nun aus den Untersuchungen Hasse's[1] und Böttcher's[2], dass die Entwicklung des Nervenepithels und der Nerven Hand in Hand geht; mit der Ausbildung dieser differenziren sich die Stäbchen oder Hörzellen, die Nervenendapparate und die indifferenten Zahnzellen, während sich vorher das Epithel als eine einfache Lage von Cylinderzellen darstellt. Hier sehen wir nun die Ampulle kaum ausgebuchtet, wie es im frühen Entwicklungsstadium bei den übrigen Wirbelthieren der Fall ist, und so kann es uns nicht allzu sehr überraschen, wenn sich in der zungenförmigen *crista* keine Nerven zeigen und das Epithel auf der Höhe einfach cylindrisch erscheint. Die vorderen Ampullen, von denen also nur die eine in voller Entwicklung vorhanden, sind in einen gemeinsamen Raum der *ampulla trifida* einbezogen, sehen wir nun, nachdem wir diese wichtigen Theile des Gehörorgans der Wirbelthiere auch bei *Petromyzon* nachgewiesen, zu, wie es sich mit den übrigen Abtheilungen, wie sie bei den anderen Vertebraten vorkommen, mit dem *utriculus*, dem *sacculus* und der Schnecke, oder vielmehr mit deren charakteristischen Elementen, den *maculae acusticae* verhält und ob dieselben hier entweder ausgebildet, oder wenigstens in Rudimenten vorhanden, und wie wir die Form des Labyrinthes der *Petromyzonten* in die der nächsthöheren Thiere, der Knochenfische, und somit per übrigen, höherstehenden Wirbelthiere überführen können.

---

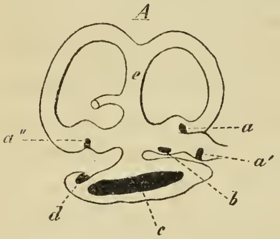
[1] Beiträge zur Entwicklung der Gewebe der häutigen Vogelschnecke. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. XVII.

[2] Ueber Entwicklung und Bau des Gehörlabyrinths. Leipzig, 1871.

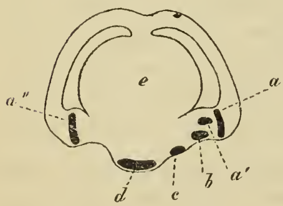
Um beurtheilen zu können, was *utriculus, sacculus* und Schnecke ist, muss man auf die allen bisher untersuchten Wirbelthieren gemeinsamen Grundlagerungsverhältnisse der wichtigen Elemente derselben, der Nervenepithelanhäufungen, zurückgehen, und wir finden dann, dass der sogenannte *recessus utriculi* mit seiner *macula* nach unten und hinten von den zusammenliegenden, vorderen Ampullen und deren *cristae*, wenig differenzirt, die *macula* des *sacculus* nach unten und hinten von der des *utriculus* und das Nervenepithel der Schnecke, und somit diese selbst nach unten und hinten von dem Sacke, und zwar in der Nähe der alleinstehenden, hinteren, frontalen Ampulle gelagert ist. Alle diese Theile, am wenigsten, wie gesagt, der *utriculus*, differenziren sich immer mehr aus dem ursprünglich einfachen Gehörbläschen, je spätere Entwicklungsstufen wir untersuchen, und je höher wir in der Wirbelthierreihe emporsteigen. Da wir nun mit Bezug auf Bogengänge und Ampullen gesehen haben, dass *Petromyzon* ein Stehenbleiben auf niederer Entwicklungsstufe zeigt, so lässt sich auch von vorne herein für die übrigen Theile annehmen, dass Aehnliches der Fall, und dass dieselben, wenn vorhanden, und zwar wieder am wenigsten der *recessus utriculi*, sich nicht oder nur wenig über das Labyrinthbläschen erheben. Das Labyrinthbläschen des *vestibulum* ist durch die durch eine Leiste unvollständig getrennten, sogenannten Vestibularsäcke repräsentirt, aus denen sich vorne und hinten wie bei den übrigen Wirbelthieren die Ampullen erheben, und in das die, ebenfalls wie bei den übrigen Vertebraten, beiden Bogengänge, die dem frontalen und sagittalen entsprechen, von oben münden, allein unten erheben sich aus dem *niveau* desselben nur zwei Ausbiegungen, und zwar nach hinten und unten von den vorderen Ampullen der sogenannte *recessus sacculi*, und nach hinten und unten von diesem der sackartige Anhang, in deren jeder wir das charakteristische Nervenepithel und Otolithen treffen. Eine dritte Ausbiegung, die weiter nach oben und vorne von der ersten, den vorderen Ampullen noch näher läge, zeigt sich nicht, und somit scheint bei oberflächlicher Betrachtung einer der drei Theile, *utriculus, sacculus* oder Schnecke, zu fehlen, dennoch aber lassen sie sich alle nachweisen, wenn auch, wie es natürlich, der *recessus utriculi* die meisten Schwierigkeiten darbietet. Ich betrachte als solchen die hintere Abtheilung der *pars interna* der vorderen *ampulla trifida*, die nach hinten und unten von der schwach entwickelten, horizontalen Ampulle gelagert und von einer zur *crista longitudinalis* senkrecht gestellten, niedrigen Leiste (Fig. 11 *d*) einigermassen selbständig begrenzt, eine *macula acustica* trägt (Fig. 11 *M a a*), über welcher dann der eine der grossen Otolithen gelagert ist, und somit stellt sich dann der etwas nach hinten und

unten davon gelagerte *recessus sacculi* als Sack, und der sackartige Anhang, der wieder nach unten und hinten von dem *sacculus* der alleinstehenden, hinteren, frontalen Ampulle genähert liegt, als Schnecke dar. Alle diese wichtigen Theile sind noch elementar und schnüren sich weder gegen einander, noch gegen das Labyrinthbläschen ab, sondern communiciren weit mit demselben. Diese Abschnürung findet sich erst bei den Knochenfischen, und auch dann erst sehen wir die *macula* jeder einzelnen Abtheilung mehr oder minder selbständig, während *Petromyzon* in nahem Zusammenhange mit den Verhältnissen bei *Myxine* die Nervenepithelien dieser drei einzelnen Abtheilungen in einander übergehend zeigt.

A



B



So different nun auf dem ersten Blick der Bau des Gehörorgans der Neunaugen gegenüber dem der Knochenfische erscheint, so leicht lässt sich, wie zuerst erwähnt, die höhere Form in die niedere und vice versa überführen, und zu dem Zwecke bediene ich mich der beiden schematischen Figuren, die nach den Angaben des Herrn Dr. Hasse als Gehörorgantypus der Knochenfische und der Neunaugen entworfen wurden.

Man denke sich nur die Bogengangcommissur der Knochenfische (*A.e.*) so dilatirt, dass dieselbe die Einmündungsröhre der hinteren, frontalen Ampulle (*a''*) in den *utriculus* und ebenso den horizontalen Bogengang in sich aufgenommen, und dass sie sich nach vorne bis zum *recessus utriculi* und deren *macula* (*b*) ausgedehnt habe, man denke sich dann ferner den *recessus utriculi* (*b*), die horizontale und sagittale Ampulle (*a' a*) zu einem Raume (*B*), der *ampulla anterior*, vereinigt und ferner den Sack (*c*) und die Schnecke (*d*), ohne ihre gegenseitigen Lagerungsverhältnisse zu ändern, fast ins Niveau der blasenartig erweiterten Commissur (*e*) des Vestibularsacks zurückgesunken und man hat die Grundform des Gehörorgans von *Petromyzon* (*B*). Somit glaube ich

Figurenerklärung.

Schematische Darstellung des Gehörorgans der Knochenfische *A* und des *Petromyzon B* von der Schädelseite *a a' a''* die Gehörleisten der drei Ampullen. *b. macula acustica utriculi. c. macula acustica sacculi. d. macula* der Schnecke. *e.* Commissur der Bogengänge.

gezeigt zu haben, wie der Typus im Bau des Gehörorgans der höheren Wirbelthiere auch bei den Neunaugen sich findet, und wie derselbe nur eine niedere Entwicklungsstufe repräsentirt.

Gehen wir jetzt zur Betrachtung des Gehörorgans von *Myxine* über, und sehen wir, in wie weit wir hier Verwandtschaften mit *Petromyzon* und Anklänge an den Gehörtypus der übrigen Wirbelthiere zu entdecken vermögen. Freilich, wenn wir solche Verwandtschaft nur auf die Aehnlichkeit äusserer Formen stützen wollten, dann würde uns ein Blick auf Fig. 16 und 17, Taf. XXIV. vollkommen darauf hinweisen, von einem Vorhaben abzustehen, das keinen Erfolg verspricht; um so überraschender und lohnender wird es aber sein, wenn wir dann später bei Betrachtung des inneren Baues doch noch Analogien auffinden, die durch die äussere Form nicht einmal angedeutet sind.

Das Gehörorgan der *Myxine* liegt beiderseits zwischen den Austrittsstellen des *n. facialis* nach vorn und des *n. vagus* nach hinten, eingeschlossen in eine knorplige, gelbbraune, halbdurchsichtige Gehörkapsel, zu beiden Seiten der hinteren, knorplig-häutigen Schädelkapsel. Die Form dieser Kapsel ähnelt, da ihre mediane Wand fast ganz abgeplattet ist und ihre äussere eine ziemlich gleichmässige, convexe Wölbung zeigt, fast genau der Form einer Kaffeebohne bei einer Grösse von 4 ^{mm} in der Längsrichtung, 2 ^{mm} in der Breite und 3,5 ^{mm} in der Höhe. Die Abweichungen ihrer Lage von der sagittalen und senkrechten Richtungslinie sind, wie schon früher erwähnt wurde, viel bedeutender als bei *Petromyzon*; sie beträgt in senkrechter Richtung circa 50 ^{0}, in sagittaler circa 25 ^{0}, so dass beide Gehörkapseln nach unten hin unter einem Winkel von ca. 100 ^{0}, nach hinten hin unter einem von ca. 50 ^{0} convergiren An der medianen Seite zeigt die Knorpelsubstanz der Kapsel eine einzige, grosse, ovale Oeffnung (Fig. 18), welche aber durch die sehr derbe, feste *dura mater* verschlossen wird, und in dieser Membran findet man, wenn es gelingt sie unzerstückelt heraus zu präpariren, drei kleine Löcher, die für den Durchtritt der Gefässe und Nerven des Gehörorgans dienen (Fig. 18). Wenig entsprechend der äusseren Form der Knorpelkapsel ist die innere Form derselben. Statt einer einfachen concaven Wandung finden wir hier ungefähr von der Mitte der äusseren Wand ausgehend (Fig. 18) eine Knorpelleiste frei durch das Innere der Kapselhöhlung bis hinüber zum oberen knorpligen Theil der medianen Wand hindurchziehen. Auch sonst zeigt die Innenwand der Kapsel noch einige Unebenheiten. So zieht sich von der Basis der erwähnten Leiste bis zur äusseren, oberen Knorpelwand hinauf noch eine ziemlich breite, scharf markirte Knorpelbrücke (Fig. 18) und an der vorderen unteren, und hinteren unteren Wand bemerkt man dann wieder je eine tiefe Aushöhlung, auf deren Ursachen

wir bald zu sprechen kommen werden. Wir erhalten so eine innere Kapselhöhlung ungefähr von der Form eines Ringes, dessen oberer, äusserer Bogen aber die Stärke der inneren, unteren Bogenhälfte bei weitem nicht erreicht. Ein sehr genaues Bild von der inneren Form der Kapsel erhalten wir durch das häutige Gehörorgan selber; dasselbe ist nämlich der Knorpelwand überall ganz genau angepasst und nur durch eine feine, schleierartige Membran von ihr getrennt. Diese Membran, entsprechend der faserigen Hülle der *Petromyzonten* und des grössten Theils der übrigen Vertebraten hüllt das ganze Gehörorgan ein, haftet ihm jedoch nur an solchen Stellen, wo Nerven an die eigentliche Wandung desselben herantreten, fest an, sonst lässt sie sich meist mit ziemlicher Leichtigkeit von derselben abpräpariren. Ihr Gefüge besteht aus sehr feinen Bindegewebsfasern, auf denen dann ein äusserst reichlich verästeltes Gefässnetz ruht.

Nach Entfernung dieser Membran sehen wir die äussere Form des Gehörorgans völlig klar vor uns, eine Form, die allerdings wegen ihrer vollständigen Neuheit geeignet ist, einiges Befremden zu erregen. Sie wurde früher bis auf Ibsen als ein einfach zirkelförmiges, häutiges Rohr beschrieben (s. oben die Litteraturangabe), erst Ibsen entdeckte daran zwei Ampullen.

Um bei seiner Eintheilungsweise stehen zu bleiben, wollen auch wir vier Abschnitte des Gehörringes annehmen, und zwar: einen oberen, äusseren Halbring, die zwei Ampullen und einen unteren, inneren Halbring. Der obere, äussere Halbring, von Ibsen als *ductus semicirc. ext.* bezeichnet, ist ein überall gleichförmiger Canal, dessen Weite nur zuletzt an den beiden Enden, wo sich die Ampullen an ihn anschliessen, etwas zunimmt; freilich ist er um ein weniges abgeflacht, so dass alle seine Querschnitte eine etwas ovale Form haben. An ihn schliessen sich, wie gesagt, nach unten hin die Ampullen an. Dieselben bilden unbedeutende, symmetrische Erweiterungen des häutigen Rohrs, die indessen nicht in der ganzen Circumferenz desselben gleich stark ausgebildet sind. An der medianen Wand des Ringes sind sie fast gar nicht markirt, deutlich erheben sie sich nur an der äusseren. Dort steigen sie von der grossen Peripherie des Ringes her allmählig hügelartig an, um in schräger Richtung über die Ringfläche hinwegziehend an der kleinen Peripherie ihre höchste Höhe zu erreichen und noch etwas über dieselbe hinaus zu ragen; dann fallen sie wieder in das Niveau der übrigen Wandung zurück, ohne jedoch wieder einen allmähligen Uebergang zu gewinnen, sondern unter einer scharf markirten, bogenförmigen Grenzlinie (Fig. 17). Die gegenseitige Convergenz beider Ampullen ist ungefähr nach der Mitte des oberen Bogens gerichtet. Durchscheinend durch die Wandung bemerkt man dann an

den Ampullen noch je einen verdickten Streifen, der sich ringförmig um die ganze Circumferenz derselben herumzieht (Fig. 16 u. 17); wir werden in diesen Streifen später die *cristae acust.* wiederfinden. Nach unten hin gehen beide Ampullen ohne scharfe Grenze in den von Ibsen sogenannten *saccus lapilli cylindraceus* über, der die untere, innere Hälfte des Gehörringes ausmacht. Derselbe ist zwar überall etwas weiter als der obere Bogen, weicht aber sonst in der Form nicht von ihm ab; an seiner unteren Wand zeigt er in seiner ganzen Länge, von der einen Ampulle bis zur anderen, einen ziemlich breiten, verdickten Streifen (Fig. 17), auf den wir später noch zurückkommen werden. In der Mitte seiner oberen, inneren Wand findet man constant eine kleine conische Hervorragung, die mit einem kleinen Röhrchen endet (Fig. 16), über dessen weiteren Verlauf ich lange im Unklaren war. Schliesslich wurde mir denn bei einer genaueren Präparation der Nervenäste Aufschluss gegeben. Man findet nämlich bei sorgsamer Isolirung der Gehörnervenäste in der Schädelhöhle ein kleines birnförmiges Bläschen (Fig. 36) zwischen denselben liegen, das an einem ziemlich langen Stiele haftend mit einem Nervenaste zugleich durch die *dura mater* in die Gehörkapsel hineintritt. Das Ende dieses Stieles mündete dann trichterförmig erweitert an der oben erwähnten Stelle in den Gehörring ein (Fig. 22, 20 u. 16). Kurz vor dem Durchtritt durch die *dura mater* theilt sich der Ausführungsgang des Bläschens in zwei Aeste, von denen der zweite sich jedoch stets meiner weiteren Beobachtung entzog, weil er sich trotz aller Sorgfalt immer nur als kurzes, wie mir schien, abgerissenes Ende (Fig. 36) darstellen liess. Ein deutliches Lumen war indess auch an ihm erkenntlich. Weitere Oeffnungen oder Ausführungsgänge habe ich an dem Bläschen niemals entdecken können.

Gehen wir jetzt zur Betrachtung der Nervenvertheilung an die einzelnen Theile des Gehörringes. Der *acusticus* tritt, wie mir scheint, stets mit drei grösseren Aesten durch die abschliessende Membran hindurch in die Gehörkapsel ein (Fig. 18), und zwar so, dass der eine vordere Ast unmittelbar zwischen dem vorderen Knorpelrande und der Membran sich hindurchzwängt, ein unterer in der senkrechten Mittellinie der Membran, aber mehr dem unteren Knorpelrande zu, der dritte aber nach hinten in der Nähe des oberen Knorpelrandes hindurchtritt (Fig. 18). Der vordere Ast erhält vom *n. facialis*, der unmittelbar vor der Gehörkapsel aus der Schädelhöhle austritt, einige feine Fasern, die schon J. Müller als *nerv. acust. access.* bezeichnet hat. Auf das Gehörorgan vertheilen sich diese Aeste so, dass der vordere die vordere Ampulle und den entsprechenden Theil des *saccus lap. cylindr.* versorgt, so zwar, dass er einen einzigen stärkeren Zweig abgiebt, der

von der grossen Peripherie aus quer über die mediane Wandung derselben hinzieht; die anderen Zweige, circa fünf an der Zahl, treten an das vordere Ende des *saccus lapilli* und verbreiten sich an dessen grosser Peripherie (Fig. 16). Der mittlere, untere Ast tritt gerade an die Mittellinie des *saccus lapilli* heran und versorgt nach der unteren, äusseren Seite herumgreifend mit zwei Zweigen den mittleren Theil desselben (Fig. 16). Der hintere, obere Ast ist für die hintere Ampulle und den hinteren Theil des *saccus lapilli* bestimmt, erstere versorgt er mit einem kleinen Aste, der sich schon an der medianen Fläche der Ampulle auflöst; seine übrigen Zweige aber umfassen alle die mediane Fläche des Gehörringes, um sich an die grosse Peripherie zu begeben und sich dort erst einzusenken (Fig. 16).

Ueber die innere Form des Gehörringes haben wir, da sich nirgends eigene Falten und Vorsprünge vorfinden, die nicht auf der Aussenfläche entsprechend markirt wären, weiter nichts zu erwähnen, als dass sie überall genau der äusseren Form entspricht, und können wir deshalb gleich zur Betrachtung der mikroskopischen Zusammensetzung der Wandung und der epithelialen Auskleidung übergehen. Die Wandung des Gehörorgans besteht aus einer sehr zarten, homogenen, elastischen Membran, ganz ähnlich derjenigen, die wir bei *Petromyzon* gefunden haben. Sie zeigt bemerkenswerthe Verdickungen nur dort, wo ihr Nervenepithel aufsitzt, indess verliert sie dabei ihre homogene Structur nicht, obwohl ihr hier die Faserhülle oft so fest anhaftet, dass man verleitet werden könnte, sie als äusserste Schicht der eigentlichen Wandung zu betrachten (*cf.* Fig. 35).

Von verschiedenen Epithelformen haben wir zu betrachten: Pflasterepithel, Cylinderepithel und Nervenepithel. Pflasterepithel finden wir überall im oberen, äusseren Bogen, dann in den Ampullen ausser auf den *cristae acust.*, im *saccus lapilli* an der kleinen Peripherie und im Bläschen, das in denselben einmündet. Dasselbe besteht aus schönen, grossen, polygonalen oder länglich gestreckten Zellen (Fig. 37 u. 38) mit stets deutlich ausprägtem, grossen Kern. Das Cylinderepithel ist nur vertreten im *saccus lapilli* an den Seiten der *macula acustica*, wo es indess auch kaum die Höhe von 0,018^{mm} erreicht, um an den zur kleinen Peripherie aufsteigenden Wänden in ein kubisches Epithel überzugehen. Das uns am meisten interessirende Nervenepithel finden wir in den Ampullen auf der *crista* und im *saccus lapilli* auf der *macula acustica*. Da wir bis jetzt dieser Nervenleisten nur als durchschimmender, verdickter Streifen Erwähnung gethan haben, so wird es an der Zeit sein, über ihre genauere Form und ihren Verlauf hier etwas einzuschalten. Die *cristae acust.* ziehen als 0,10 — 0,15^{mm} breite, nur wenig in den Binnenraum des Gehörringes hereinragende Streifen

rings um die Wandung der betreffenden Ampullen, so zwar, dass sie in ihrem Verlaufe genau die Peripherie eines durch die Ampullen gelegten grössten Kreises inne halten. Von der Fläche gesehen bieten sie ebenso wie die *cristae acust.* von *Petromyzon* ein marmorirtes Aussehen dar. Die *macula acustica*, welche die ganze Länge des *saccus lapilli* an dessen unterer Wandung von vorn nach hinten durchzieht, zeigt als Ganzes eine genau symmetrische Form. Sie ist in der Mitte, dort, wo der untere, mittlere Nervenast an sie herantritt (Fig. 20), ungefähr 0,5 mm breit, verschmälert sich bald darauf nach beiden Ampullen hin um ein Geringes und erreicht ungefähr 0,1 mm unterhalb der *cristae acust.* mit nochmaliger zungenförmiger Verbreiterung ihr Ende. Eine deutliche Marmorirung ist auch an ihr zu erkennen (Fig. 19, 20 u. 21).

Sowohl auf der *macula*, als auf den *cristae acust.* findet man Bruchstücke von plattenartigen Otolithen (Fig. 39), ähnlich denen, wie wir sie im *utriculus* von *Petromyzon* (Fig. 15) getroffen haben. Sie bestehen aus Kügelchen von verschiedener Grösse, die durch Kittsubstanz mit einander verbunden sind, indess scheint diese Verbindung nicht sehr fest zu sein, denn man trifft überall auch isolirte, wie es scheint losgelöste, kleine Kügelchen an, die Ibsen als *Otoconien* bezeichnet. Die Zellelemente der Nervenleiste sind dieselben wie bei *Petromyzon*, nämlich Zahnzellen und Stäbchenzellen; auch ihre Anordnung zeigt keine Abweichung von der oben beschriebenen (Fig. 35). Nur die Zahnzellen, circa 0,035 mm hoch, erleiden eine kleine Abänderung von der oben beschriebenen Form dadurch, dass sie ihren langgestreckten, spindelförmigen Kern nicht alle im Grunde tragen, sondern auch in der Mitte ihrer Höhe, so dass sie dadurch öfters das Aussehen von Fadenzellen erhalten. Die härchentragenden Stäbchenzellen, circa 0,015 mm lang, zeigen auch hier ganz die oben beschriebene Form.

Ueber den weiteren, unwesentlichen Inhalt des Gehörringes wäre kurz zu bemerken, dass derselbe aus einem flockigen, wenig faserigen Gerinnsel ohne morphologische Elemente besteht.

Fragen wir jetzt, in wie fern denn das Gehörorgan der *Myxine* mit dem höherer Thiere überhaupt Aehnlichkeiten zeigt, und sehen wir zu, wie wir seine einzelnen Theile zu deuten haben.

Ibsen bezeichnet die obere, äussere Ringhälfte, also denjenigen Bogen, der beide Ampullen nach oben verbindet, als *ductus semicirc. ext.*; da uns seine Schriften fehlen und wir deshalb seine Ansichten nur aus den Tafelerklärungen entnehmen können, so bleibt es zweifelhaft, ob er hiermit einen wirklichen Bogengang oder nur einen bogenähnlichen Canal bezeichnen will. Denselben als einen Bogengang an-

zusehen, dürfte wohl deshalb seine Schwierigkeiten haben, weil wir dann diesem einen Bogengang zwei Ampullen zuschreiben müssten, was doch ein naturwissenschaftliches Novum wäre; ebenso zweifelhaft dürfte es aber sein, wenn wir in demselben zwei unter einem Winkel von 180° in der Mitte zusammenstossende Bogengänge anerkennen wollen. Wir hätten auf diesem Wege wohl eine Erklärung für die beiden Ampullen, kommen aber dann wieder mit der Thatsache ins Gedränge, dass wir dann die beiden Bogengänge wohl zusammen, allein nicht in einen als *vestibulum* zu deutenden Theil münden finden, und dass wir annehmen müssen, was ebenfalls gegenüber dem Verhalten der übrigen Wirbelthiere paradox, dass die Strömung der Endolymphe in den beiden Gängen in entgegengesetzter Richtung geht. Bei den Hindernissen, die beiden Annahmen entgegenstehen, und bei dem anatomischen Befunde, dass sich in der betreffenden Bogenhälfte auch keine Andeutung einer *raphe*, die wir doch bei Bogengängen aus entwicklungsgeschichtlichen Gründen constant finden müssen, und die wir auch bei *Petromyzon* gefunden haben, constatiren lässt, scheint es mir am richtigsten, wenn wir in diesem Falle überhaupt auf die Annahme eines Bogenganges verzichten und den *ductus semicirc. ext.* viel eher als den oberen Theil eines ringförmigen *vestibulum* auffassen. Zwar würde dann dieses *vestibulum* äusserst weit verschieden sein von dem oben beschriebenen, mit Flimmerepithel ausgekleideten *vestibulum* von *Petromyzon*, dafür aber wieder mit den Pflasterepithel tragenden *vestibulis* aller höheren Thiere ganz in Einklang stehen, so dass wir als Ausnahme von der Regel, dass ein *vestibulum* stets Pflasterepithel trägt, nur das Geschlecht der *Petromyzonten* hinzustellen hätten.

Dass die Erweiterungen, in denen die *cristae acust.* liegen, als wirkliche Ampullen aufzufassen seien, darüber scheint mir kein Zweifel zu walten, zumal auch entwicklungsgeschichtlich einer Existenz von Ampullen ohne Bogengänge nichts im Wege steht. Zwar haben wir hier eine *crista acust.* von Ringform, indess kann uns die Form wohl nicht irrig machen, um so weniger, da wir ja hier bei *Myxine* annehmen müssen, dass die Ampullen sich nicht wie bei den übrigen Wirbelthieren von dem ringförmigen Gehörbläschen oder dem Vorhof abgeschnürt und ein besonderes Dach gebildet haben. Die Ampullen der *Myxine* sind eben dem Boden der Ampullen der übrigen Wirbelthiere homolog zu erachten, in dessen ganzer Ausdehnung sich ja die Gehörleiste findet.

Wofür haben wir jetzt die untere Hälfte des Gehörringes zu betrachten?

Bei Vergleichung ihrer *macula acust.* mit der von *Petromyzon*, glaube ich, werden wir auf den richtigsten Weg geführt, wenn wir

den *saccus lapilli cylindr.* Ibsen's als die Summe von *utriculus, sacculus* und Schnecke zusammenfassen. Wir hatten bei *Petromyzon* eine *macula acustica*, deren Form uns hier gleichgiltig ist, in der wir mehr oder minder ausgeprägte Differenzirungen sahen, die sich auch in der Wand des Gehörbläschens ausprägte, und die wir aus bestimmten Gründen als *sacculus* und Schnecke bezeichneten; wir sahen dort alle absolut nothwendigen Bedingungen für diese Theile, konnten uns aber nicht verhehlen, dass die innere Vollständigkeit derselben nur durch eine sehr embryonale Aussenform repräsentirt war. Gehen wir jetzt einen kleinen Schritt weiter. Bei der *Myxine* ist uns dieselbe langgestreckte Form der *macula acust.* gegeben, aber in der Wandung noch keine Spur der Differenzirung eines *sacculus* etc.

Wir können also vermöge der Aehnlichkeit beider *maculae* dreist sagen, dass uns auch im unteren Theile des *vestibulum* der *Myxine* die nothwendigen Erfordernisse eines *sacculus* und einer Schnecke gegeben sind, dass wir sie nur nicht in der äusseren Form des Gehörorgans ausgeprägt finden; hiermit wären wir dann allerdings zur Anerkennung einer primitiven Bläschenform des Gehörorgans von *Myxine* gekommen.

Wir hätten noch die Bedeutung des birnförmigen Bläschens zu erwägen, das in den *utriculus* hineinmündet; es fragt sich, ob wir dasselbe als modificirten *aquaeductus vestib.* oder *cochleae,* oder ob wir es als ein neues, selbständiges Organ aufzufassen haben, das für die Function des Gehörorgans nur von secundärer Wichtigkeit ist. Zwar kann ich mich zu der ersteren Annahme wegen der eigenthümlichen, überall bis auf den einen Ausführungsgang geschlossenen Form des Bläschens und hauptsächlich wegen des zweigetheilten Ausführungsganges schwer entschliessen, indess wozu könnte es dienen, wenn wir es für ein selbständiges Organ halten wollten? Dient es als Regulator der endolymphatischen Spannung und vermittelt der zweite Ast des Ausführungsganges, dessen Ende allerdings noch nicht gefunden ist, vielleicht speciell die Schallwellen von aussen her, oder hat er noch einen anderen Werth, ich wage darüber keine bestimmten Vermuthungen auszusprechen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXIII.

Fig. 1. Gehörorgane von *Petromyzon fluv. in situ.* 6 Mal vergrössert.

L. linkes Gehörorgan (von oben aussen gesehen) mit stark pigmentirter, häutig-faseriger Hülle.

R. rechtes Gehörorgan (von oben innen gesehen).

k. querdurchschnittene Knorpelkapsel.

c. s. a. canalis semicirc. ant.

c. s. p. ,, ,, *post.*

c. c. s. commissura canal. semicirc.

v. v. v. v. Wand des *vestibulum* (durchscheinend).

a. a. Ampulle der Bogengänge.

p. i. a. pars intern. ampull. trifidae (nach MÜLLER u. IBSEN).

p. e. a. ,, *extern.* ,, ,,

F. nervus facialis.

A. nervus acusticus.

k' Innenwand der knorpligen Gehörkapsel.

M. cr. membrana cribrosa.

f. f. foramina in derselben zum Durchtritt für kleinere Fädchen des *n. acusticus.*

V. foramen pro aquaed. vestib.

Fig. 2. Rechtes Gehörorgan, ganz frei präparirt (von oben gesehen), 10 Mal vergrössert.

k., *c. s. a.*, *c. s. p.*, *c. c. s.*, *a. a.*, *p. i. a.*, *p. e. a.* } wie in Fig. 1.

atr. ampulla trifida.

v. v. v. v. Wandung des *vestibulum.*

f. c. Durchscheinende Einmündung der Bogengänge in das *vestib.*

Z. Zapfen, die Einmündung der Bogengänge in das *vestib.* fast verlegend.

R. Durchscheinende *raphe* der Bogengänge.

Pl. s. Durchscheinendes *planum semilun.*

s. fr. sulcus frontalis.

Fig. 3. Rechtes Gehörorgan von unten gesehen. 9 Mal vergrössert.

k., *c. s. a.*, *c. s. p.*, *a. a.*, *p. i. a.*, *p. e. a.*, *v. v.* } wie in Fig. 1. u. 2.

h. h. h. Durchschnittene, häutig-faserige Hülle.
S. Sackartiger Anhang.
Ma. Durchscheinende *macula acustica* derselben.
F. *nervus facialis.*
A. Aeste des *n. acusticus.*
Aa. *nervus acusticus accessorius.*
n. Nervenfäden zur inneren Abtheilung der vorderen *amp. trifid.* verlaufend.
N. N. Nervenäste zur *crista acust.* hinaufziehend.
o. Nervenfäden zur *macula acust.* des sackartigen Anhangs verlaufend.

Fig. 4. Ein Stück des rechten Gehörorgans von oben gesehen. 12 Mal vergrössert. Das Dach der Commissur der Bogengänge ist abgetragen, die Mündung derselben in das *vestibulum*, der Zapfen und ein Theil der *raphe* der Bogengänge liegen frei vor.

c. s. a.
c. s. p
c. c s.
v. v. } wie in Fig. 1.
fc. *foramen commissurae.*
Z. Zapfen.
Aa. *nerv. acust. accessorius.*
R. *raphe* der Bogengänge, die am Rande des *foramen commissurae* in 2 Schenkel ausläuft, die das *foramen* umsäumen.
H. Hilus des Zapfens, in den sich die an einander liegenden Wände des vorderen und hinteren Bogengangs, eine Duplicatur bildend, hineinsenken.

Fig. 5. Der Boden des linken Gehörbläschens, von oben innen gesehen. (Durch Abtragen eines Theils der Bogengänge, deren Commissur und der oberen Wand des *vestibulum* sichtbar gemacht.) 12 Mal vergrössert.

c. s. a.
c. s. p.
p. i. a.
v. v. v. v. } wie in Fig. 1.
O. *ostium vestibulare* der *ampullae trifid.*
Crl. *crista longitud.*, die *pars ext.* u. *pars int.* trennend, und auf ihrer Höhe mehrere Höcker zeigend.
Rs. *recessus sacculi.*
Cr. fr. *crista frontalis*, die vordere und hintere Vestibularzelle trennend.
Os. *ostium* des sackartigen Anhangs.
Ma. *macula acustica* desselben.
C. Cr. fr. *capitulum cristae frontal.* von aussen in das *ostium* des sackartigen Anhangs hineinragend.
R. letztes Ende der *raphe* des Bogengangs.

Fig. 6. Querschnitt durch die Knorpelkapsel. 320 Mal vergrössert.

Fig. 7. Die Basis der Commissur der Bogengänge, von unten innen gesehen. 12 Mal vergrössert.

fc. Hufeisenförmiges Loch in der Commissur der Bogengänge.
b. b. Die dem *vestibulum* aufliegende, nach innen umgeschlagene Wand der Commissur.
R. Durchscheinende *raphe* des Bogengangs.

r. Schnabel der Commissur.
A. i. v. apertura interna aquaed. vestib.
c. Abgeschnittene Basis des Zapfens.
Cr. fr. Ein Stück der *crista frontalis.*

Fig. 8. *Macula acustica* an der Innenwand des sackartigen Anhangs. 90 Mal vergrössert.
Ma. macula acustica.
p. i. a. Ein Stück der inneren Abtheilung der *ampulla trifida* des vord. Bogengangs.
v. innere Wand der vorderen } Vestibularzelle.
v'. ,, ,, ,, hinteren } Vestibularzelle.
Cr. fr. crista frontalis der inneren Wand des *vestibulum.*
M. a. p. Hinterer Schenkel der *macula acustica* im weiteren Verlaufe in die innere Abtheilung der hinteren *ampulla trifida* hineinziehend (s. Fig. 10).
Ma. a. Vorderer Schenkel der *macula acustica* im weiteren Verlaufe durch den Boden des *recessus sacculi* hindurch in die innere Abtheilung der vorderen *ampulla trifida* hineinziehend (s. Fig. 11).

Fig. 9. Peripheres Ende der *raphe* der Bogengänge ohne Epithel. 90 Mal vergrössert.
g. Höckerige Cuticularsubstanz der *raphe.*
C. C. Schenkel der *raphe* von ihrem knopfförmigen Ende ausgehend und das *ostium vestibulare ampullae trifid.* umsäumend.

Fig. 10. Hintere *ampulla trifida* mit abgetragenem Dach und Seitenwänden. (Vergrösserung: $^{65}/_{1}$.)
Cr. crista acustica.
Pl. s. Durchscheinendes *planum semilunat.*
Cr. l. crista longitudinalis.
p. i. a. pars interna amp. trifidae.
p. e. a. ,, *externa* ,, ,,
S. Sackartiger Anhang (durchschnitten).
Ma. macula acustica desselben (ebenfalls durchschnitten).
Ma. p. Fortsetzung derselben in die *pars int. amp. trifid.* des hinteren Bogengangs (s. Fig. 8, *Ma. p.*).
a. Ampulle.
st. l. Ende der *striae laterales* des Bogengangs.

Fig. 11. Vordere *ampulla trifid.* mit abgetragenem Dach und Seitenwänden. 90 Mal vergrössert.
Cr.
Pl. s.
Cr. l. } siehe Fig. 10.
p. i. a.
p. e. a.
Ma. a. Fortsetzung der *macula acust.* des sackartigen Anhangs in die *pars int.* der *ampulla trifid.* des hinteren Bogengangs.
Rs. recessus sacculi.
Ma'. macula acustica desselben.
d. Querleiste in der *pars int. ampull. trifid.*
ah. Innere Abtheilung.
crh. Zungenförmiges Ende der *crista longitudinalis* mit dunklem Cylinder-

epithel, als erste Andeutung einer *crista acustica* der horizontalen Ampulle.

Fig. 12. Otolith des *utriculus* (*pars intern. amp. trifid.*). 320 Mal vergrössert, von der flachen Seite gesehen.

M. Streifenmembran um denselben.

Fig. 13. Otolith der *macula acustica* des sackförmigen Anhangs. Vergr. $^{300}/_1$, von der convexen Seite.

Fig. 14. Otolith des *recessus sacculi.* $^{300}/_1$ vergr., von der convexen Seite gesehen.

Fig. 15. Otolithenmembran aus der *pars int. amp. trifid.* des hinteren Bogengangs. 320 Mal vergr.

Tafel XXIV.

Fig. 16. Linkes Gehörorgan von *Myxine glutinosa,* von innen oben gesehen. 10 Mal vergrössert.

S. saccus lapilli cylindraceus (nach IBSEN).

a. ampulla anterior.

a'. ampulla posterior.

d. ductus semicircular. ext.

A. aquaeductus vestibuli.

N. n. Nervenäste des *acusticus.*

Cr. a. Cra. Durchscheinende *cristae acusticae.*

Fig 17. Linkes Gehörorgan von *Myxine gl.* von aussen unten gesehen. 10 Mal vergrössert.

Ma. macula acustica des *saccus lap. cylindr.*

Cra. Cra. Durchscheinende *cristae acusticae.*

a. ampulla ant.

a'. ,, *post.*

Fig. 18. Knorpelkapsel beider Gehörorgane von *Myxine gl.* von oben gesehen. 6 Mal vergrössert. — Die erste Kapsel ist geöffnet und der Gehörring herausgenommen. Die linke ist intact.

k. Knorpelkapsel quer durchschnitten.

k'. Knorpelzapfen von aussen in die Höhle der Kapsel eindringend.

N. N'. N''. Aeste des *nervus acusticus.*

A. aquaeduct. vestib. mit *N''* zusammen in die Gehörkapsel hineintretend.

M. Membran, welche die knorplige Gehörkapsel vervollständigt.

B. C. basis cranii.

Fig. 19. Vordere Ampulle von *Myxine gl.* an der kleinen Peripherie aufgeschnitten und aus einander geklappt. Vergr. $^{30}/_1$.

Cra. crista acustica.

a. sackartige Erweiterung der Aussenwand der vorderen Ampulle.

Ma. Vorderes Ende der *macula acustica* des *saccus lapilli cylindraceus.*

Fig. 20. *Saccus lapilli cylindraceus,* ebenfalls an der kleinen Peripherie aufgeschnitten und aus einander geklappt. Vergr. $^{30}/_1$.

Ma. Mittlerer Theil der *macula acustica.*

N. Durchscheinender Nervenast.

Aa. apertura aquaeduct. vestib.

Fig. 21. Hintere Ampulle, ebenfalls an der kleinen Peripherie aufgeschnitten. Vergr. $^{30}/_1$.

Cra. crista acustica.

a. sackartige Erweiterung der Aussenwand der hinteren Ampulle.

N. Nervenast.

Ma. Hinteres Ende der *macula acustica* des *sacc. lap. cylindr.*

Fig. 22. Trichterförmige Einmündung des *aquaeductus vestib.* in die obere, innere Wand des *sacc. lap. cylindr.* Vergr. 20.

Fig. 23. Ein Stück aus der Innenwand des *vestib. membranac.* (von *Petromyzon fluv.*) ohne Epithel; vom *cavum vestibulare* aus gesehen. 320 Mal vergrössert.

v. vordere } Vestibularzelle.
v'. hintere }

cr. fr. Stück der *crista frontalis* der Innenwand des Gehörorgans.

B. *aquaeductus cochleae.*

Ac. Schlitzförmige Oeffnung des *aquaeduct. cochleae* in der Innenwand der vorderen Vestibularzelle.

O'. v'. Innerer Theil des Vestibularloches

E. Abgerissenes, offenes Ende des *aquaeduct. cochleae.*

Fig. 24. Ein Stück Wandung des *vestibulum* mit abgelöstem Flimmerepithel. 320 Mal vergrössert.

F. F. F. Reste von Flimmerepithel, nur angedeutet.

e. e. Ersatzzellen.

g. g. Leicht gefaltete, eigentliche Wand des *vestibulum.*

Fig. 25. Ein Stück des Zapfens, meist mit abgelöstem Epithel. 320 Mal vergr.

C. C. Cylinderepithel.

c. c. c. Cuticularsubstanz, auf der das Epithel sitzt.

Fig. 26. Durchschnitt durch die *macula acustica* des sackartigen Anhangs. 320 Mal vergrössert.

g. g. Verdickte Grundsubstanz, mit senkrecht aufsteigenden Nervenfasern.

C. Cylinderepithel.

d. Zahnzellen.

sk. Stäbchenzellen mit feinen Hörhärchen.

Fig. 27. Ein Theil eines Durchschnitts durch die *crista acustica* des Bogengangs. 320 Mal vergrössert. Der Schnitt ist an der einen Seite etwas gerissen, zeigt aber dadurch die Zellelemente um so deutlicher.

g. g. }
d. } wie in Fig. 26.
st. }

Fig. 28. Isolirte Stäbchenzellen. Vergr. $^{300}/_{1}$.

Fig. 29. Durchschnitt durch die Wand des *vestibulum.*

g. g. stark gefaltete Grundmembran.

e. e. Ersatzzellen.

F. Flimmerepithel.

Fig. 30. Isolirte Flimmerepithelzellen.

Fig. 31. *Planum semilunat.* 90 Mal vergrössert.

Cra. Ende der *crista acustica.*

Fig. 32. Querschnitt durch die Seitenwand der äusseren Abtheilung der vorderen *ampulla trifida.* 320 Mal vergrössert.

h. f. häutig-faserige Hülle.

g. verdickte, eigentliche Wandung.

C. Cylinderepithel.

Fig. 33. Querschnitt durch die vordere *crista longitud.* Vergr. $^{220}/_{1}$.

Ma. Stück der *macula acustica* der inneren Abtheilung der *ampulla trifida.*

g. Eigentliche Grundmembran.
c. c. Cuticularsubstanz.
C. C. Cylinderepithel.

Fig. 34. Querschnitt durch die *raphe* des Bogengangs.
g. , *c. c.* , *C. C.* } wie in Fig. 33.

Fig. 35. Querschnitt durch die *macula acustica* des *saccus lapilli cylindraceus* von *Myxine*. 320 Mal vergrössert.
Vn. Querdurchschnittene Nerven und Gefässe.
g. Grundmembran.
d. Zahnzellen.
st. Stäbchenzellen.

Fig. 36. Bläschen des *aquaeduct. vestib.* von *Myxine*. 90 Mal vergrössert.
m. m. Durchscheinende Fetttröpfchen.
D. Ausführungsgang sich in *d'* und *d''* theilend.
l. Lumen des Ausführungsganges.

Fig. 37. Epithel der Wandung dieses Bläschens. 320 Mal vergrössert.

Fig. 38. Epithel aus den *ductus semicirc. ext.* 320 Mal vergrössert.

Fig. 39. *Otoconien*, der *ampulla posterior* entnommen. 320 Mal vergrössert.

XII.

Die Entwicklung des atlas und epistropheus des Menschen und der Säugethiere.

von

Dr. C. Hasse.

Mit Tafel XXV.

In unserer Arbeit: »Studien zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule, insbesondere der Menschen und Säuger« war einer der von Schwarck und mir aufgestellten Hauptsätze der, dass jeder Wirbelkörper auf Grund seiner Entwicklung und seines Verhaltens in der gesammten Wirbelthierreihe in einen eigentlichen oder chordalen Wirbelkörper und in eine äussere Beleg- oder skeletogene Schicht geschieden werden muss, welche letztere die Fortsätze zur Umschliessung der Organe des animalen und vegetativen Systems ausschickt, während ersterer niemals etwas mit der Bildung derselben zu thun hat. Diese beiden wesentlichen Bestandtheile sind aber nur zu einer frühen Entwicklungsperiode unterscheidbar und selbst dann so innig mit einander verbunden, so allmählig in einander übergehend, dass nur die vergleichend anatomische Betrachtung die Berechtigung dieser Unterscheidung einleuchten lässt, und was den Ossificationsprocess betrifft, so verknöchert nicht jeder Bestandtheil für sich, sondern die Ossification des einen greift auf den anderen über. Allein nicht bloss am Wirbel, auch an den Intervertebralgeweben liess sich eine solche Trennung statuiren, und zwar homologisirten wir den *nucleus pulposus* oder den Intervertebralknorpel mit dem chordalen Wirbelcentrum, den *fibrosus* oder das Intervertebralligament mit der skeletogenen, Fortsätze treibenden Schicht und behaupteten namentlich für die Säuger und den Menschen ein Wachsthum des chordalen Wirbelcentrums im *spatium intervertebrale,* gegenüber dem am eigentlichen Wirbel. Wir gingen dann weiter und deuteten wenigstens an, dass der *atlas* als einziges Beispiel der voll-

kommenen Trennung der beiden Wirbelbestandtheile dastehe, dass freilich jeder Wirbel ursprünglich wie ein *atlas* gebaut, allein, dass bei diesem der Entwicklungsgang ein anderer. Während die Trennung bei demselben sich immer stärker im Laufe der Entwicklung ausprägt, bis sie vollständig ist, so wird dagegen bei den anderen Wirbeln die Verbindung zwischen dem eigentlichen Wirbelcentrum und der skeletogenen Schicht immer inniger. Genug, es wurde durch unsere Untersuchungen der innige Zusammenhang des Baues des *atlas* mit dem der übrigen Wirbel schärfer als bisher hervorgehoben, allein der strikte Beweis, dass zu einer frühen Periode der *atlas* gerade so gebaut wie die übrigen Wirbel, wurde nicht geführt, und somit waren wir einer wichtigen Stütze für die Richtigkeit unserer Auffassung beraubt, einer Stütze, die ich so bald wie möglich dem Gebäude zu geben suchte, und es soll nun die Aufgabe der folgenden Zeilen sein, den strengen Beweis zunächst für die Menschen und Säuger zu führen und auch bei diesen die Richtigkeit der Cuvier-Rathke'schen Ansicht, die letzterer bei den Nattern, Schildkröten und Crocodilen gewonnen und *a priori* auf die höheren Thiere übertragen, nachzuweisen. Dabei wird es nun freilich aus dem Folgenden klar werden, dass unsere Ansichten namentlich über den Antheil des chordalen Wirbelcentrums und der skeletogenen Belegschicht an dem Aufbau der Gewebe des *spatium intervertebrale* nicht vollkommen richtig, und das geht auch aus der Arbeit des Herrn Schwarck über die Entwicklung der Wirbelsäule der Vögel hervor, allein, wenn deswegen unsere Theorie auch nicht wesentlich alterirt wird, so wird damit doch das erfreuliche Resultat erzielt, dass Gegenbaur's und unsere Ansichten nahezu conform werden, dass nur die Deutung der Erscheinungen, nicht das Thatsächliche verschieden, und somit liegt die Hoffnung nahe, dass sich auch mit Bezug auf erstere eine vollkommene Einigung erzielen lassen wird.

Der erste, welcher an Schildkröten die alte Behauptung, dass der *arcus anterior s. inferior* den Körper des *atlas* repräsentire, widerlegte und annahm, dass der *processus odontoideus* als solcher anzusehen sei, war, wie ich einer Notiz Rathke's entnehme, da mir leider das Original nicht zugängig war, Cuvier in seinen »Recherches sur les ossemens fossiles« Bd. IX., eine Annahme, die dann Rathke [1]) zuerst an der Natter in wenigen Worten als richtig hervorhob. Er wies nach, dass der *atlas* dieser Thiere anfänglich gerade so gebaut sei wie bei den nächstfolgenden, ferner, dass derselbe sich allmählig durch Verflüssigung zwischenliegender Substanz von den Seitenflügeln und dem unteren Dornfortsatze trenne und zwischen diesem und den oben zu-

[1]) Entwicklungsgeschichte der Natter. Königsberg, 1839.

sammenstossenden Schenkeln des Wirbelbogens wie in einem Ringe beweglich werde. Schliesslich verwächst dann dieser losgelöste Körper mit dem *epistropheus*. Er spricht dann ferner die Vermuthung aus, dass auch bei den höheren Thieren der *processus odontoideus* der Körper des *atlas* sei. In gleichem Sinne äussert sich auch BERGMANN in seiner Abhandlung: »Einige Beobachtungen und Reflexionen über die Skeletsysteme der Wirbelthiere, deren Begrenzung und Plan«[1]) für die höheren Thiere, namentlich auf Grund seiner Beobachtungen an den Intervertebralgeweben, den oberen Schlussstücken und den unteren Dornfortsätzen (RATHKE) der ersten Wirbel (Säuger, Vögel, Reptilien). Das Resultat, zu dem er kommt, ist folgendes: Der sogenannte Körper des *atlas* (*arcus anterior*) verdient diesen Namen nicht ganz und namentlich dann nicht, wenn man das centrale Körperstück eines Wirbels ausschliesslich als den eigentlichen Körper bezeichnete. Dagegen ist dieses Stück allerdings Theil eines Wirbelkörpers, zu welchem ausserdem noch die Basen der Bogenschenkel, eventuell mit dem *ligamentum transversum*, und als Centralstück das *os odontoideum* mit dem *ossiculum terminale*, einer Epiphyse an der Spitze des Zahnfortsatzes, wenn es vorhanden, zu zählen sind. Für dieses Resultat sprechen nach ihm folgende Hauptgründe: der geringe Sprung von den Fischen zu den höheren Thieren, die Beobachtungen RATHKE's an der Natter, die festere Verbindung des *os odontoideum* mit dem *atlas*, und die lockere mit dem *epistropheus* bei den Schildkröten, die Deutung des unteren Schlussstücks des *atlas* (*arcus anterior*) als unteres Wirbelelement, das Intervertebralstück zwischen *os odontoideum* und *pars centralis epistrophei*, welches als doppelte Epiphyse zu betrachten ist, ferner das an der Spitze des Zahnfortsatzes befindliche *os terminale*, welches man als Wirbelkörperepiphyse betrachten muss. Ich kann nur die Schärfe dieser Aufstellungen und die Logik der BERGMANN'schen Folgerungen bewundern, um so mehr, da derselbe nicht vom ersten Werden der Theile, sondern von ziemlich späten Entwicklungsstadien ausging, und es hätte nur eines Schrittes, einer Betrachtung der Genese der übrigen Wirbel zu einer frühen Periode bedurft, um ihn zu denselben Schlusssätzen, welche wir aufgestellt und zu einer einfachen einheitlichen Auffassung aller Wirbel sämmtlicher Thierclassen zu leiten. Der Aufsatz ist mustergültig, und das erkennt auch RATHKE in seiner Abhandlung: »Ueber die Entwicklung der Schildkröten«[2]) an, in welcher er seine älteren Beobachtungen an der Natter weiter ausführt und bestätigt. Zu gleicher Zeit hat er aber auch das *spatium intervertebrale* zwischen *atlas* und

[1]) Göttinger Studien, 1845.

[2]) Braunschweig, 1848.

Hinterhaupt in den Bereich seiner Betrachtung gezogen, und wir verdanken ihm den Nachweis, dass die *chorda* sich durch das *ligamentum suspensorium*, das er dem *ligamentum intervertebrale* der übrigen Wirbel homologisirt, in die Basis des *os occipitale* fortsetzt. Was das *ligamentum transversum* betrifft, so weist er zunächst die Ansicht von Bergmann, dass es eine verdickte Portion der Scheide der *chorda* sei, zurück, und zwar, weil dasselbe schon gebildet ist, wenn die *chorda* durch die Axe des *os odontoideum* geht, und er stellt die Ansicht auf, dass es nur ein Theil der Bandmasse, die der Faserkapsel entspricht, welche an den Körpern der übrigen Wirbel von einem zum anderen hinübergeht. Freilich weist er selber auf einen dagegen sprechenden Umstand hin, einmal, dass diese Masse das *os odontoideum* überspringt, während sie sich eigentlich daran heften sollte, und dann, dass die Fasern nicht einen longitudinellen, sondern einen transversellen Verlauf besitzen. Der Befund Rathke's bei den Schildkröten, dass die *chorda* sich durch das *ligamentum suspensorium* in den Hinterhauptswirbel fortsetze, wurde für die Säugethiere von H. Müller [1]) bestätigt und darauf hingewiesen, dass ähnlich wie der Wirbelkörper sich um die *chorda* bildet, so auch das *ligamentum suspensorium*. In seiner letzten Arbeit spricht sich Rathke [2]) auch für die Crocodile in dem gleichen Sinne wie früher aus. Der Körper des *atlas* ist anfänglich nicht von den übrigen Theilen desselben getrennt. Er löst sich erst später. Eine Bestätigung der Ansicht, dass die *chorda* durch das *ligamentum suspensorium* geht, finden wir bei Robin [3]). Es ist mir nicht bekannt, dass ausser diesen hier angeführten Autoren andere, mit Ausnahme von G. Retzius, sich ausführlicher über die Entwicklung der hier in Frage kommenden Skelettheile verbreitet haben. Das Hauptresultat mit Bezug auf die ersten Halswirbel, zu dem dieser Autor [4]) kommt, ist, abgesehen von seiner Uebereinstimmung mit Rathke, das, dass der vordere, kleine Bogen des *atlas* bei dem Menschen oder den Säugethieren der Repräsentant einer selbständigen Bildung, eine Hypapophyse ist, die bei einigen Vögeln auch am *epistropheus* auftritt und sich bei einem Theile der Amphibien an den übrigen Hals- und zuweilen auch an den folgenden Brustwirbeln findet. Die Angaben, welche man in den Handbüchern der Anatomie findet, sind wesentlich Reproduktionen der

---

[1]) Ueber das Vorkommen von Resten der *chorda dorsalis* bei Menschen nach der Geburt und über ihr Verhältniss zu den Gallertgeschwülsten am *clivus*. Zeitschrift für rationelle Medicin. Reihe III. Bd. II. 1856.

[2]) Untersuchungen über die Entwicklung und den Körperbau der Crocodile. Braunschweig, 1866.

[3]) Notes sur le développement de la notochorde.

[4]) Bidrag till kännedommen om halskotorna. Medicinsk. Archif, 1864.

von den früheren Forschern, namentlich von Rathke, geäusserten Ansichten.

Um nun gleich das Resultat, zu dem mich meine Forschungen geführt, voranzustellen, so stimmt es mit dem Bergmann's im Wesentlichen überein, während es dagegen, besonders mit Bezug auf das *ligamentum transversum*, von der Ansicht Rathke's abweicht. Der *dens epistrophei*, oder besser gesagt, das *os odontoideum* des zweiten Halswirbels ist der im Laufe der Entwicklung von der ihn umgebenden, skeletogenen Schicht abgetrennte chordale oder eigentliche Wirbelkörper des *atlas*, während zur äusseren, Fortsätze treibenden Belegschicht, der *arcus anterior* oder, die Wirbelsäule immer horizontal gedacht, der *inferior*, der *arcus posterior s. superior* und das *ligamentum transversum* in seinen einzelnen Bestandtheilen gehört, von denen das Gewebe dieses sammt dem des *os odontoideum* und des *arcus inferior* den in der systematischen Anatomie an sämmtlichen übrigen Wirbeln als Wirbelkörper bezeichneten Theil, mein bleibendes Wirbelcentrum, zusammensetzen. Ferner entspricht im *spatium intervertebrale* zwischen *atlas* und Occipitalwirbel das *ligamentum suspensorium* dem Intervertebralknorpel oder dem chordalen Wirbelkörper des Zwischenwirbelraums, die *ligamenta alaria* dagegen dem Intervertebralligament oder der skeletogenen Schicht, während dann der *apparatus ligamentosus* mit dem *ligamentum obturatorium anticum* Umbildungsproducte der äussersten Lage der skeletogenen Schicht, sowohl an Stelle des Wirbels, wie des *spatium intervertebrale* an den entsprechenden Stellen sind, gerade wie auch an den übrigen Wirbeln dasselbe mit dem *ligamentum vertebrale commune anticum* und *posticum* oder *inferius* und *superius* der Fall, Bandmassen, die die einfachen Fortsetzungen jener sind. Diese äussere Lage dient, wie wir wissen, hauptsächlich als Periost oder Perichondrium. Somit sehen wir denn, dass ein principieller Unterschied im Bau der beiden sogenannten Drehwirbel und dem der übrigen nicht vorhanden, sondern die wesentlichen Elemente, die den Wirbel zusammensetzen, kommen auch hier, wenn auch modificirt, vor.

Am schärfsten treten die Verhältnisse in dem frühesten Stadium der Entwicklung zu Tage, und ich war so glücklich, dasselbe an einem Rinde und einem Schweine untersuchen zu können. Dadurch wird die frühere Darstellung wesentlich ergänzt, theilweise freilich auch, wie ich schon vorhin andeutete, etwas modificirt. Die Kiemenbogen der Embryonen waren noch in ausgezeichneter Entwicklung vorhanden, das Gehirn noch eine einfache Blase, kaum mit Andeutungen von Falten versehen, und die Extremitäten zeigten sich nur als kurze Stummel. Die *chorda* liess sich als vollständig gleichmässiger Zellstrang verfolgen, dessen einzelne in ihrer Textur und ihrer Form-

durchaus nicht veränderte Elemente aus den bekannten, länglich runden, embryonalen Zellen bestanden, die Kölliker in seiner Gewebelehre und Entwicklungsgeschichte vollkommen getreu und klar abgebildet. Sie besitzen keine Fortsätze, sondern erscheinen nur hie und da in Folge des dichten Aneinanderliegens etwas abgeplattet. Die Rückensaite zeigte sich von einer vollkommen durchsichtigen, glashellen, überall gleich dicken Scheide, einer *elastica*, umgeben, die als eine Cuticularabscheidung der Chordazellen anzusehen ist, und die für mich um so grösseres Interesse hatte, weil sich einmal bei diesen jungen Embryonen nachweisen liess, dass auch bei den Säugethieren zu einer frühen Periode die Scheide der *chorda* nicht fehlt, die später verschwindet oder mit der Intercellularsubstanz des knorpligen Wirbelcentrums verschmilzt, und dann weil in der neuesten Zeit Dursy[1]) behauptet, dass die Chordazellen in einem mit Flüssigkeit gefüllten Canale der embryonalen Wirbelsäule gelagert seien. Auf diesen Punkt richtete ich ganz besonders meine Aufmerksamkeit, und es kam natürlich vor allen Dingen darauf an, die Scheide zu isoliren, um so mehr, weil dieselbe bei Medianschnitten und an Zusammenhangspräparaten in der That ein Bild giebt, welches sich als ein Raum deuten liesse, in dem die Rückensaite suspendirt ist, gleichsam schwimmt. Diese Isolation ist mir an einem Präparate (Fig. 1 *e*) gelungen, und es stellt sich dabei zur Evidenz heraus, dass in der That eine cuticulare Scheide vorhanden, die sich bei der Flächenbetrachtung als von einem feinen, stark lichtbrechenden Contour begrenzt zeigte. Die *chorda* zeigte sich ferner von der Zellmasse der noch häutigen Wirbelsäule umgeben, die continuirlich mit der der Schädelbasis zusammenhing, die schon eine Umbildung in Knorpel zeigte, und auch diese wurde von der Rückensaite mit ihrer Scheide als gleichmässiger Strang durchsetzt (Fig. 1 *h*). Das Ende der letzteren habe ich nicht gesehen. Die *chorda* durchzog nun aber diese Zellenmasse nicht überall auf die gleiche Weise, sondern, während sie leicht geschlängelt die Mitte des oberen Wirbelsäulenendes nur unbedeutend der oberen Fläche näher durchsetzte, zog sie sich beim Schwein (Fig. 1 *h*) in schwachen Biegungen ebenfalls noch durch die Mitte des Hinterhauptheils der Schädelbasis, um dann im Sphenoidaltheil allmählig immer mehr der unteren Fläche genähert zu verlaufen, und zwar in dem Grade, dass sich nur eine dünne Zellmasse zwischen ihr und der freien Unterfläche befand. Bei einem menschlichen Embryo aus der zehnten Woche (Fig. 6 *b*) war die *chorda* noch, wenn auch modificirt, vorhanden, sie war aber im Hinterhauptstheile der Schädelbasis dem Schädelbinnenraume ausserordentlich genähert.

[1]) Entwicklungsgeschichte des Kopfes.

um sich dann wie beim Schweine im weiteren Verlaufe allmählig der Unterfläche zu nähern. Sie zeigte sich dabei bei dem Menschen etwas angeschwollen, mit Zacken und Spitzchen besetzt. In der die *chorda* am oberen Wirbelsäulenende unmittelbar umgebenden, embryonalen Zellmasse zeigte sich dasselbe wie an den übrigen Körperstellen, nämlich eine eigenthümliche Differenzirung, und zwar derartig, dass rings um die *chorda* herum in gleichen Abständen eine Aufhellung derselben zu Stande kommt (Fig. 1 *d*), und diese aufgehellten Parthien erscheinen unter einander durch schmale Stränge (Fig. 1 *c*) verbunden. Dadurch kommt eine Segmentirung, ein Zerfall in einzelne Wirbel und *spatia intervertebralia* zu Stande, wobei dann die Wirbel an der Stelle der grössten Ausdehnung der Aufhellung, die Wirbelzwischenräume an der schmalsten derselben sich bilden. Worin wir den Grund dieser Erscheinung zu suchen haben, ist mir leider unaufgeklärt geblieben, und kann ich da nur mit einem grösseren oder geringeren Grade von Wahrscheinlichkeit Vermuthungen anstellen. Wollen wir nicht annehmen, dass der Impuls zu einer Veränderung eines Theils einer ursprünglich morphologisch gleichmässigen Zellmasse, gegenüber dem der Rest seinen eigenen, andersartigen Bildungsgang durchmacht, in der ursprünglichen Verschiedenheit der chemischen Constitution liegt, eine Annahme, die doch immer dazu nöthigt, weiter zurück in der Entwicklung äussere Impulse anzunehmen, so müssen wir daran festhalten, dass der Anstoss zur Entwicklung in der einen oder der anderen Richtung durch andere, ausserhalb der Zellmasse gelegene Elemente, zu denen sie in Beziehung tritt, gekommen sei, und da muss man zunächst an die *chorda dorsalis* denken. Einen Einfluss von dieser Seite glaube ich aber nicht annehmen zu dürfen, da dieselbe bei diesen Veränderungen, so viel ich gesehen, ihr gleiches Aussehen behält, um erst später Umwandlungen zu erleiden, und somit muss man sich nach anderen Theilen umsehen, und als solche bieten sich mir am naturgemässesten die Gefässe dar, die ja auf das Zellenleben den grössten Einfluss haben. Es ist mir aufgefallen, dass von den unter der Wirbelsäule gelegenen, grossen Gefässen in regelmässigen Abständen kleine Zweige emporgehen, die vielleicht zunächst bei der Segmentirung des Rückgrats im Urwirbel von Bedeutung sind, und ich finde, dass die Stelle der ausgedehntesten Aufhellung immer der Stelle des Herantretens der Gefässe entspricht, die der geringsten dagegen der Mitte zwischen zwei solchen Gefässen, dem bleibenden *spatium intervertebrale*, also den am weitesten von den grossen Ernährungsbahnen entfernten Stellen, wo im Gegentheil kleinere Ernährungsströme sich geltend machen müssen. Dabei will ich nun freilich ein Bedenken nicht verschweigen, welches immer wieder zu der Annahme eines Einflusses der *chorda* zurückführt, dass

nämlich die Aufhellung nicht bloss an der Unterseite des Rückgrats und unterhalb der *chorda* an der Stelle des Gefässeintrittes vor sich geht, sondern rings um die Rückensaite herum überall in verhältnissmässiger Gleichmässigkeit. Mag dem nun sein, wie ihm wolle, bei der Betrachtung eines genauen Medianschnittes, bei dem die ganze Länge derselben getroffen, sieht man um die *chorda* herum ein rosenkranzähnliches Gebilde, dessen Kugeln den ausgedehnten, hellen Zellmassen der Wirbel, deren verbindende Fäden den schmalen der Intervertebralräume entsprechen. Dieses rosenkranzartige Aussehen der hellen Massen verschwindet in der Schädelbasis. Freilich sind dieselben auch hier vorhanden, ausgedehnter sogar als am Rückgrat und fast bis an die Peripherie reichend und in ihrer Form im Wesentlichen die der ganzen Basis wiederholend (Fig. 1 *i*). Umgeben sind diese hellen Zellmassen von dunkleren, die weniger ausgedehnt am Wirbelkörper (Fig. 2), mächtiger entwickelt im *spatium intervertebrale* (Fig. 1 *f* 2 *fh*) erscheinen. Die Aufhellung kommt dadurch zu Stande, dass die ursprünglich gleichmässigen, runden, embryonalen Zellen rings um die *chorda* in grösserer oder geringerer Ausdehnung helle Intercellularsubstanz absondern und deswegen aus einander rücken, während die Zellen an der Peripherie zunächst in ihrer Form unverändert bleiben und wahrscheinlich durch Theilung sich gleichmässig vermehren. An der Grenze der dunklen Zellmasse geht diese dann allmählig, ohne scharfe Grenzlinie in die anliegenden Gewebe über, einmal nach oben hin in die von einander noch nicht geschiedenen, sondern eine einzige dicke Membran bildenden Häute (Fig. 1 *a*) des Schädelraums und des *canalis spinalis* (*dura*, *arachnoidea*, *pia*), nach unten hin in das Bildungsgewebe der Muskeln und des Bindegewebes an der *basis cranii* und der Unterfläche der Wirbelsäule. Die hellen Zellmassen sind der Axentheil des Rückgrats und Schädels, wie ich ihn nennen möchte, die dunklen, die äussere Beleg- oder skeletogene Schicht. Ersterer zerfällt dann an den Stellen seiner grössten Ausdehnung in die chordalen oder eigentlichen Wirbelcentren und an denen seines geringsten Umfanges in die Intervertebralknorpel des Zwischenwirbelraums, den Analoga der chordalen Wirbelkörper. Diese sind also mächtiger entwickelt, jene geringfügiger. Es findet also das Umgekehrte von dem statt, was Schwarck und ich bislang mit Bezug auf diese beiden Theile von den Säugern und den Menschen geschildert, und ich komme alsbald auf den Grund unseres Irrthums zu sprechen. Dieser Befund der Zunahme des chordalen Wirbelcentrums an der Stelle des sich entwickelnden Wirbelkörpers und die Abnahme desselben im Intervertebralraume und der entsprechenden Zunahme der skeletogenen Schicht als Intervertebralligament befindet sich in erfreulicher Uebereinstimmung mit den Darstellungen

Gegenbaur's, welcher behauptet, dass die *matrix* der Wirbelfortsätze in den Intervertebralraum hineinwuchert. Die Auffassung, dass die skeletogene Schicht, aus der die Fortsätze entstehen, schwach an der Stelle des Wirbels, mächtig in dem *spatium intervertebrale* ist, ist die gleiche, und was die Deutung der Vorgänge, unter denen dies zu Stande kommt, betrifft, so glaube ich, braucht auch in dieser Beziehung keine wesentliche Differenz zu herrschen, und auch nach meiner Auffassung kann man von einer Wucherung der Zellmasse der skeletogenen Schicht sprechen, insofern die Zellen ohne Bildung einer ausgedehnten Intercellularsubstanz sich theilen, und zwar desto mehr, je weiter wir uns von der Mitte des sich bildenden Wirbelkörpers gegen den Zwischenwirbelraum entfernen, wenn ich auch den ganzen Vorgang lieber folgendermassen ausdrücke: An der Stelle des bleibenden Wirbels sondern sich aus der ursprünglichen, gleichmässigen, embryonalen Zellmasse rings um die *chorda* immer mehr Zellen ab, die massenhafte Intercellularsubstanz bilden und somit den eigentlichen oder chordalen Wirbelkörper zusammensetzen, während dann die übrigen an die Peripherie gedrängt als skeletogene Schicht sich vermehren und vor allem nach aussen hin Fortsätze treiben, während dagegen im Intervertebralraume sich immer weniger Zellen der embryonalen Belegmasse der *chorda* durch Abscheidung von Intercellularsubstanz von den übrigen absondern und den Intervertebralknorpel zusammensetzen, und dann der überwiegende Rest als Intervertebralligament einfach durch Theilung, ohne Fortsätze über das Niveau der Wirbelsäule hinaus zu senden, sich vermehrt, also in *loco* und nicht vom Wirbel her wuchert.

Gerade so, wie an der übrigen Wirbelsäule, nur mit unwesentlichen und das Princip nicht alterirenden Abweichungen sehen wir auch am vorderen Ende den *atlas* und *epistropheus* sich entwickeln. Die Differenz besteht wesentlich darin, dass der chordale Wirbelkörper, namentlich des ersten Wirbels oder des *atlas* eine von dem der übrigen abweichende Gestalt besitzt, dass ferner im *spatium intervertebrale* zwischen diesem und dem *epistropheus* die skeletogene Schicht das Intervertebralligament weniger, namentlich in der Dicke, ausgedehnt erscheint wie an den übrigen, während dieselbe dagegen am unteren oder vorderen Theile des *atlas* eine eigenthümliche und mächtige Ausdehnung (Fig. 1 *f*, 2 *h*) gewinnt. Erscheint der chordale Wirbelkörper an den übrigen Wirbeln rundlich, an der Grenze des *spatium intervertebrale* sich plötzlich strangartig ausziehend, so finden wir dagegen vorzugsweise am *atlas* denselben am ausgedehntesten am *spatium intervertebrale* zwischen den zwei ersten Halswirbeln und hier dann nach Art der übrigen Wirbel plötzlich in den ausserordentlich dünnen Intervertebralknorpel übergehend und die Ausdehnung des Ligaments mehr wie an den

übrigen Wirbeln beschränkend. Es treten immer mehr Elemente desselben in die Bildung des chordalen Wirbelkörpers des *atlas* ein, und dieser verschmächtigt sich (Fig. 2 *e*) ganz allmählig gegen den Schädel hin, bildet also mehr einen Kegel als eine Kugel, dessen Spitze im Schädelintervertebralraume liegt. Der Körper erscheint von vorne herein länger gestreckt, ausgedehnter als an den übrigen. Was der eigentliche letzte Grund dieses Verhaltens ist, darüber vermag ich leider keine genügende Auskunft zu geben. Ob vielleicht, wie mir schien, der grössere Abstand der Ernährungsgefässe an dieser Stelle das Bedingende, oder ob dasselbe auf anderem Gebiete zu suchen, das muss ich dahin gestellt sein lassen, und ich muss mich daher rein auf das Thatsächliche beschränken, ohne weiteren Commentar hinzuzufügen.

Allein nicht nur am *atlas*, auch am *epistropheus* findet sich eine geringe Abweichung der Form des chordalen Wirbelkörpers gegenüber den übrigen, und zwar in dem gleichem Sinne, wie es bei jenen der Fall. Die Wirbelsäule immer horizontal gedacht, finden wir denselben hinten unten ausgedehnter, demnach von der Kugelgestalt abweichend, allein nicht in dem Grade, dass er wie beim *atlas* einen ausgeprägten Kegel repräsentirt. Er ist weit mehr eine Kugel mit einer nach hinten unten gewandten, stumpfen Ausbiegung, die schon an dem diesen folgenden verschwindet, um dem gewöhnlichen Verhalten Platz zu machen. Im *spatium intervertebrale* zwischen *atlas* und *epistropheus* erscheint der chordale Wirbelkörper als Intervertebralknorpel gegenüber den übrigen, wie erwähnt, sehr wenig ausgedehnt, als kurzer, schmaler Strang die *chorda* umgebend, während derselbe dann als ebenso breiter (Fig. 1 *e*), jedoch um mindestens das Doppelte längerer Strang, länger auch als die Intervertebralknorpel der übrigen Wirbel zwischen *atlas* und Hinterhaupt erscheint, und die Masse dieses gewöhnlich nicht wie sonst überall im Centrum, sondern mehr der oberen Peripherie in grösserem oder geringerem Maasse genähert, erreicht. Hand in Hand mit diesen Formveränderungen des eigentlichen Wirbelcentrum in beiden Abtheilungen der Wirbelsäule geht ein verschiedenes Verhalten der skeletogenen, fortsatztreibenden Schicht und des Intervertebralligamentes, um nicht zu sagen, dass die Form der um die Chorda als chordaler Wirbelkörper oder als Zwischenwirbelknorpel liegenden Zellmasse von der Form dieser bedingt ist, was ich allerdings glauben möchte, ohne stricte Beweise dafür beibringen zu können. Weniger am *epistropheus*, mehr dagegen am *atlas* (Fig. 1 *f*, 2 *h*) sehen wir unten vorne eine beträchtliche Verdickung der Masse der skeletogenen Schicht und dadurch gleichsam eine Einschnürung des Wirbelcentrums vorne, eine Erweiterung hinten entstehen, während hinten, unten, an den Seiten und oben gegen das Rückenmark hin die Dicke derselben nicht von der an den gleichen

Stellen der übrigen Wirbel wesentlich verschieden erscheint. Ringsum, sowohl an der Stelle des Wirbels, wie des Intervertebralraums sehen wir zu dieser frühen Periode die skeletogene Schicht nicht scharf von den umgebenden Geweben abgesetzt, sondern allmählig darin übergehen. Dieser allmählige Uebergang zwischen den peripherischen Zelllagen der äusseren Belegschicht und den benachbarten Gewebsmassen findet nicht in demselben Maasse zwischen jener und der der centralen Wirbeltheile statt, sondern die dunklen Zellenhaufen derselben hellen sich ziemlich plötzlich zu diesen auf, und dieser schroffe Uebergang findet sich namentlich an der Verdickung der skeletogenen Schicht an der Unterseite des *atlas*, weniger des *epistropheus*, und wird an jenem, was bei den übrigen Wirbeln nicht vorkommt, noch dadurch erhöht, dass an der Grenze des chordalen Wirbelkörpers des *atlas* die Zellmasse der Belegschicht in dünner Lage ausserordentlich viel dunkler, zusammengedrängter erscheint, gleich als ob sich schon in diesem Stadium eiue Trennung vorbereite.

Was die histologischen Strukturverhältnisse betrifft, so stimmen, wie leicht begreiflich, der Intervertebralknorpel mit dem chordalen Wirbelkörper, das Intervertebralligament mit der skeletogenen, die Fortsätze bildenden Schicht im Wesentlichen überein. Die Zellen der ersteren erscheinen in den allermannigfaltigsten Formen, bald rundlich ohne Ausläufer, bald unregelmässig polygonal, eckig mit längeren oder kürzeren Fortsätzen, und dies ist die gewöhnliche Form. Selten sehen wir dagegen die Zellelemente die reine Spindelform annehmen. Sie erscheinen alle in einer homogenen Grundsubstanz eingebettet, die im Centrum am ausgedehntesten, gegen die Peripherie hin zwischen die einzelnen Zellen sparsamer ergossen ist. Dadurch kommen diese in den allerverschiedensten Abständen von einander zu liegen. Wir müssen in diesem Stadium das ganze Gewebe, welches in gewisser Weise dem Spindelknorpel des Gehörorgans gleicht, nur dass die Zellen ausserordentlich viel reichlicher sind, wohl mehr als ein homogenes, embryonales Bindegewebe im Uebergange zum Knorpel, denn als einen wirklichen solchen betrachten. An der Peripherie des chordalen Wirbelcentrums und des Intervertebralknorpels, namentlich am ersteren deutlich ausgeprägt, erscheinen die Zellen viel reichlicher, dichter zusammengedrängt und gehen dann plötzlich in die nahe an einander gelagerten, rundlichen, stark granulirten und grösseren Zellen der skeletogenen Schicht über, zwischen denen die Intercellularsubstanz in ausserordentlich geringen Mengen ergossen, und zwar am wenigsten an der Grenze der mächtig entwickelten Belegschicht und des chordalen, eigentlichen Atlaskörpers. An der Peripherie erscheinen die runden Zellen etwas abgeplattet, mit der Längsaxe der Wirbelsäule

parallel, in mehreren, 4—5 Reihen über einander geordnet und zugleich mit kurzen Ausläufern versehen, ein Verhalten, welches jedoch noch nicht sehr scharf ausgeprägt erscheint und nur bei stärkeren Vergrösserungen sichtbar wird. Diese Zelllage ist die des sich entwickelnden Periostes und der damit zusammenhängenden, demselben homologen Gewebe. Eine geringfügige Differenz macht sich zwischen der äusseren Belegschicht des chordalen Wirbelkörpers und des Intervertebralraums in sofern geltend, als an dem von mir untersuchten, jüngsten Stadium die Zellen dieser etwas weiter aus einander gerückt und demnach in *toto* heller erscheinen und zugleich ihre Form insofern ändern, als sie unregelmässiger, namentlich in der Nähe des Intervertebralknorpels mit längeren, unter einander anastomosirenden Fortsätzen versehen, ein sehr enges Zellmaschennetz zu bilden beginnen, das nur an der Peripherie als compaktes Zellgewebe erscheint. Diese Erscheinung tritt vorzugsweise, oder besser gesagt, ausschliesslich in dem Zwischenraume zwischen *atlas* und Hinterhaupt zu Tage. Abgesehen von der äussersten, abgeplatteten Zelllage besitzt die Mehrzahl der Zellen hier zugleich eine bestimmte Richtung von der Vorderseite der Verdickung der skeletogenen Schicht unten am *atlas* gegen das Ende des dünnen Intervertebralknorpels an der Schädelbasis. Diese Richtung tritt nur an der Unterseite, nicht dagegen oben hervor. Es ist die erste Andeutung eines selbständigen Faserzugs in der Masse des hier so sehr ausgedehnten Intervertebralligamentes.

Habe ich zur Untersuchung der jüngsten Stadien der Wirbelentwicklung nur Rind und Schwein zur Disposition gehabt, so haben mir für die nun folgenden auch menschliche Embryonen aus der zehnten Woche zu Gebote gestanden, und es zeigte sich, abgesehen von Formverschiedenheiten gegenüber den Säugern, in dem Grade übereinstimmende Verhältnisse, dass es wohl mehr wie wahrscheinlich, dass auch die frühesten Zustände vollkommen conform sind. Betrachten wir zunächst wieder die *chorda*, so sehen wir, dass dieselbe die beiden ersten Wirbel und die *basis cranii* nicht länger als gleichmässig dicker Strang durchzieht, sondern dass sie wie an den übrigen Wirbeln veränderliche Durchmesser zeigt. Wir finden sie im *spatium intervertebrale* beständig mehr oder minder spindelförmig angeschwollen, allein oftmals sehen wir eine solche auch, wenn auch geringfügiger im Centrum des chordalen Wirbelkörpers, und zwar am wenigsten constant in dem des *epistropheus*, immer dagegen in dem des *atlas* auftreten (Fig. 6 *g*). Nur an einer Stelle fehlt zu allen Zeiten die Anschwellung des Chordastranges, nämlich im Zwischenwirbelraume zwischen *atlas* und Hinterhaupt (Fig. 6 *c*). Derselbe wird anfänglich in gleicher Dicke wie im frühesten Stadium von der Rückensaite durchsetzt, dann erscheint diese

jedoch beträchtlich verdünnt, und das ist auch mit den Theilen des Stranges der Fall, die in der Nähe der Intervertebralräume liegen. Die Auftreibung im Zwischenraume zwischen *atlas* und *epistropheus* entwickelt sich langsamer, als an den übrigen Wirbeln, und ist kaum angedeutet, wenn sie an jenen schon in voller Ausbildung vorhanden. Höchst unregelmässig erscheint die *chorda* in der Schädelbasis (Fig. 6 *b*), namentlich in dem Theile, der der *pars basilaris ossis occipitis* entspricht. Sie bekommt hier knotenförmige Anschwellungen, die zuweilen in Gestalt von spitzen Stacheln auftreten und dann dem umgebenden Gewebe gleichsam ein zernagtes Ansehen verleihen.

Hand in Hand mit diesem Wechsel im Caliber der Rückensaite geht die Veränderung der histologischen Elemente. Die rings um die *chorda* von den Zellen abgesonderte *cuticula*, die als das Homologon der *elastica interna* der übrigen Wirbelthiere sich mit derselben isoliren lässt, ist verschwunden oder integrirender Bestandtheil der Intercellularsubstanz des chordalen Wirbelkörpers geworden, und die rundlichen, embryonalen Zellen haben ihre Form insofern geändert, als sie ohne sich, wie mir scheint, in eigentlichen Knorpel umzuwandeln, an den dünnsten Stellen des Chordastranges oft in einfacher Lage als längliche, abgeplattete, spindelförmige, mit kurzen, mit den benachbarten anastomosirenden Ausläufern versehene Zellen erscheinen, während sie dagegen an den dicksten Stellen im Intervertebralraume durch die Ausläufer, die sie nach allen Seiten hin ausschicken, ein mehr sternförmiges Ansehen bekommen. Sie bilden hier ein Zellenmaschennetz, wie Herr Schwarck und ich es früher gezeichnet. Ob alle Zellen der Auftreibung, sowohl an den ersten, wie an den übrigen Wirbeln ausschliesslich der *chorda* angehören, möchte ich, wie schon früher, bezweifeln, wenn ich mich auch nicht auf das Bestimmteste aussprechen möchte. Es scheint, als ob das umgebende Knorpelgewebe lebhaft an der Bildung desselben Theil nimmt, lebhafter vielleicht als die *chorda* selbst. Es gelang mir bei den von mir untersuchten Stadien nicht Andeutungen davon zu sehen, dass die peripherischen Chordazellen als eine Art Epithel, das zur *elastica*, wie bei den anderen Wirbelthieren, in Beziehung tritt, angeordnet sind. Vielleicht sind andere Forscher bei ausgedehnteren Untersuchungen in dieser Beziehung glücklicher. Es ist mir wahrscheinlich, dass es zu irgend einer Periode auf kurze Zeit nachweisbar ist.

Wie die *chorda*, so unterliegt auch das Gewebe des chordalen oder eigentlichen Wirbelcentrums und des damit gleichwerthigen Intervertebralknorpels wichtigen und interessanten Modificationen. Beim Menschenembryo der zehnten Woche und bei den Säugern, deren Wirbelentwicklung auf gleicher Stufe, lässt sich der Antheil derselben an

dem Aufbau des Rückgrats jetzt nur schwer mehr ermessen, und zwar deswegen, weil die Unterschiede in der Struktur derselben und der skeletogenen Schicht namentlich und zuerst an den Wirbeln selbst sich auszugleichen beginnen. Der Verknorpelungsprocess ist es, der diesen Ausgleich zu Wege bringt und der beide Gewebselemente des Wirbels ergreift. Dabei macht sich eine Erscheinung innerhalb der Masse des chordalen Wirbelkörpers geltend, die ausserordentlich leicht zu Täuschungen über den Umfang desselben Anlass gibt, und die in der That SCHWARCK und mich, die wir vorzugsweise spätere Stadien untersucht, getäuscht hat. Mussten wir zu einer früheren Periode das Gewebe des chordalen Wirbelcentrums als ein Uebergangsgewebe zum Knorpel betrachten, so sehen wir dasselbe jetzt entschieden als hyalinen Knorpel auftreten, und diese Umwandlung beruht einmal auf einer Massenvermehrung und wahrscheinlich auch einer chemischen Aenderung der Intercellularsubstanz, gleichzeitig aber auch auf einem Eigenwachsthum der Zellen. Dieselben erscheinen entschieden grösser, bilden durch Theilung Gruppen und bekommen ganz das Aussehen der bekannten Knorpelzellen, während sie früher kleiner und unregelmässiger in der Form erschienen. Diese Massenzunahme der Intercellularsubstanz und der Zellen selbst findet namentlich rings um die Chorda herum statt und bedingt ein anderes Aussehen der Masse im Centrum, die sich einigermassen gegenüber den peripherischen, kleineren Zelllagen des chordalen Wirbelcentrums abhebt. Auf dem Quer- wie auf dem Längsschnitt erscheint diese grosszellige Knorpelmasse als ein kreisrunder Fleck (Fig. 3 *f*), und diesen haben SCHWARCK und ich in der früheren Abhandlung als eigentliches oder chordales Wirbelcentrum beschrieben, allein derselbe ist, wie auch SCHWARCK für die Vögel nachgewiesen, nichts anderes als der Vorläufer der centralen Ossification des bleibenden Wirbelkörpers. An diesem Verknorpelungsprocesse des eigentlichen Centrums nimmt auch die äussere Belegschicht Theil. Diejenigen Zellen, die demselben am nächsten gelegen, sondern Intercellularsubstanz ab und verwandeln sich zu Knorpelzellen, so dass die ursprünglich dicht an einander gedrängten Zellen der skeletogenen Schicht bis auf eine dünne Lage an der Peripherie (Fig. 3, 5, 6) verdrängt werden, die, abgesehen von den Fortsätzen, kaum mehr als die abgeplatteten Zellen der äussersten Lage derselben, die sich zum Periost umbilden, enthält. Diese, die gleichfalls verknorpeln, hängen dann in ihrer Masse continuirlich, ohne scharfe Grenze mit der Knorpelmasse der Wirbelkörper zusammen. Dass bei der Verknorpelung des chordalen Wirbelkörpers die skeletogene Schicht mit dessen Masse zu einer gleichmässigen Knorpelsubstanz verschmilzt, lässt sich am besten am *epistropheus* nachweisen. Wir sahen, dass an der Unterfläche des-

selben wie am *atlas* eine starke Anhäufung der Zellmasse der fortsatzbildenden Schicht sich fand. Der grösste Theil nun derselben wandelt sich zu Knorpel um, der mit dem chordalen Wirbelkörper eine Masse bildet, und das Gleiche ist mit dem hinteren Theile der skeletogenen Schicht an der Unterfläche des *atlas* der Fall (Fig. 6 *i*), und so sehen wir denn, dass im Zustande der Verknorpelung an den Wirbeln die Grenze zwischen den beiden constituirenden Elementen verschwunden, die skeletogene Schicht nur in ihren peripherischen Lagen die ursprüngliche Zusammensetzung, und zwar überall in ziemlich gleichmässiger Dicke beibehält. Auf die besonderen Modificationen derselben, namentlich am *atlas*, komme ich alsbald zu sprechen. Was nun schliesslich noch den centralen, um die *chorda* liegenden Theil des chordalen Wirbelcentrums betrifft, so zeigt derselbe auf dem Querschnitt oft, namentlich in den der Rückensaite am nächsten gelegenen Zellen eine concentrische Lagerung.

Mit Bezug auf die Gewebe im Intervertebralraume glaube ich, obgleich ich den strikten Beweis dafür schuldig bleiben muss, dass die ganze Masse des eigentlichen Wirbelcentrums oder des Intervertebralknorpels, welche in dünner Lage um die *chorda* liegt, bei der spindelförmigen Auftreibung derselben betheiligt ist, dass sie sie eigentlich bedingt, oder, wenn die Zellen der *chorda* wirklich diese allein durch Wucherung zu Wege bringen, dass der Intervertebralknorpel gänzlich dadurch verdrängt wird, und was dann übrig bleibt, ist das Intervertebralligament, die Masse der skeletogenen Schicht des Zwischenwirbelraums, dessen Elemente ebenfalls Veränderungen unterliegen. Die Zellen bleiben freilich wie früher dicht an einander gedrängt, in wesentlich der gleichen, relativen Dicke, ohne sich in Knorpel umzuwandeln, allein die früher runden Zellen platten sich mehr und mehr ab und stehen mit ihren Längsaxen deutlich der der Wirbelsäule parallel, so dass sie auf dem Längsschnitt wie die Lagen der Epidermis über einander geschichtet, auf dem Querschnitt in dicker Lage concentrisch angeordnet rings um die *chorda* liegen. Der Intervertebralknorpel ist also wahrscheinlich in die Chordazellmasse aufgegangen, das Intervertebralligament demnach allein übrig, ein Verhalten, dem entgegengesetzt, welches Schwarck und ich früher geschildert. Abweichend gestaltet sich das Verhältniss im Zwischenraume zwischen *atlas* und *epistropheus*. War der Intervertebralknorpel, das chordale Centrum an den übrigen Zwischenwirbelräumen verschwunden, so lässt es sich hier noch als dünne Lage grosszelligen Knorpels um die *chorda* herum nachweisen, und auch die Masse des Intervertebralligamentes ist, wenn auch mit geringerem Dickendurchmesser vorhanden. Die Zellen desselben sind ebenfalls abgeplattet und mit ihren längsten Axen

der der Wirbelsäule parallel, allein dieselben erscheinen nicht dicht zusammengedrängt, sondern durch reichlich ergossene Intercellularsubstanz von einander geschieden. Die ganze Masse wird dadurch heller, die Zellen erscheinen zugleich grösser und machen schon mehr den Eindruck von Knorpelzellen. Nur an der Peripherie (Fig. 6 *h*) zeigt sich eine Lage, die den gleichen Bau wie die übrigen Intervertebralligamente zeigt. Wegen dieser von dem Centrum gegen die Peripherie fortschreitenden Verknorpelung des Intervertebralligamentes zwischen den zwei ersten Wirbeln, ist der Unterschied zwischen diesem und dem Wirbelknorpel sehr gering, und er verliert sich im Laufe der Entwicklung noch mehr, so dass dann die Wirbelknorpelmasse des *atlas* und *epistropheus* mit dem Intervertebralligamente eine continuirliche Masse bilden und sich schon zu dieser frühen Periode nicht mehr rein trennen lassen.

Wenden wir uns nun nach dieser Schilderung zu den Umwandlungen, die die stark entwickelte, skeletogene Schicht am *atlas*, abweichend von den übrigen Wirbeln erfährt, so sehen wir dieselbe namentlich an der Unterseite, an der Stelle ihrer stärksten Entwicklung den in die Augen fallendsten Modificationen unterliegen. Die den chordalen Wirbelkörper des *atlas* ringförmig umgebende Belegschicht, die am *epistropheus* wie an allen übrigen Wirbeln im Stadium der Verknorpelung das eigentliche Wirbelcentrum verstärken hilft, und zwar dadurch, dass von innen gegen die Peripherie hin immer mehr Zellen in Knorpel sich umwandeln, zeigt dieses Verhalten am *atlas* nur an der breiten Basis des kegelförmigen, chordalen Wirbelkörpers, im *spatium intervertebrale* zwischen *atlas* und *epistropheus* (Fig. 4 *e*, 6 *i*), an den übrigen überwiegenden Theilen schlägt sie dagegen folgenden Bildungsgang ein. Sie nimmt durch Wucherung ihrer Elemente beträchtlich an Stärke zu, wenn auch nicht an der ganzen Peripherie des chordalen Wirbelkörpers auf gleiche Weise. Ich erwähnte schon bei der Betrachtung des jüngsten Stadium, dass die ausgedehnteste Masse sich an der Unterseite befindet, allein diese Beobachtung muss dahin ergänzt werden, dass sie auch in beträchtlicher Ausdehnung um die Seitenflächen (Fig. 3 *c*) des eigentlichen Wirbelcentrums herumgreift, und selbst auf der oberen, dem Rückenmarke zugekehrten Fläche (Fig. 3 *h*) eine grössere Dicke wie an den übrigen Wirbeln erlangt, wenn diese auch weit der an der Seite und unten nachsteht. In Folge dieses Verhaltens finden wir den chordalen Wirbelkörper des *atlas* in seiner grössten Ausdehnung innerhalb der skeletogenen Schicht sehr excentrisch gelagert (Fig. 3 *f*), dem Rückenmarke mehr genähert, und die ganze, rings um denselben gelagerte, skeletogene Schicht wird nicht wie an den übrigen Wirbeln die Gestalt eines nach unten hin etwas dickeren Ringes besitzen, sondern mehr die eines Ovals mit ausge-

zogenen, seitlichen Spitzen (Fig. 3). Hand in Hand mit dieser Dickenzunahme der Belegschicht sehen wir dieselbe die beiden Fortsätze, die Neurapophysen, nach oben treiben und gleichzeitig seitlich die *processus laterales* (Fig. 3 *i*, 4 *b*) ausschicken, allein dabei hat sich auch die histologische Zusammensetzung des Gewebes geändert, und der obere, der untere Theil und die seitlichen Massen desselben entwickeln sich selbständig zu verschiedenen Gebilden, wenn sie auch ursprünglich die gleiche embryonale Zusammensetzung aus dicht gedrängten, rundlichen, embryonalen Zellen, wie früher beschrieben, besitzen. Sie entwickeln sich nicht bloss unabhängig von einander, sondern auch unabhängig von dem chordalen Wirbelkörper, von dem sie sich zu trennen beginnen. Auf diese Trennung weist schon die aus dem frühesten Stadium beschriebene, dünne Lage dicht gedrängter und abgeplatteter Zellen hin (Fig. 2 *d*), die, anfänglich weniger deutlich ausgeprägt, im weiteren Verlaufe der Entwicklung deutlicher zu Tage tritt, und die sich zwischen der starken Zellenanhäufung der skeletogenen Schicht und der Unterfläche des chordalen Atlaskörpers fand. Allein nicht bloss hier, sondern an der ganzen Circumferenz (Fig. 3 *d*, 5 *g*), also auch seitlich und oben findet sich eine solche Lage der Belegschicht, die gleichmässig die Form wiederholend den chordalen Wirbelkörper scheidenartig umhüllt, und dessen innerste Lage sich zum Periost des *os odontoideum* entwickelt. Diese innerste Lage ist deshalb für uns von hoher Bedeutung, weil die Entwicklungsvorgänge innerhalb derselben die Trennung zwischen dem eigentlichen Wirbelkörper des *atlas* und dem Gewebe der fortsatzbildenden Schicht bedingt. Worauf das Entstehen dieser eigenen, an den übrigen Wirbeln fehlenden Zellmasse beruht, darüber kann ich nur Vermuthungen hegen, die ich mittheilen will in der Hoffnung, dass andere Forscher dieses interessante Thema eingehender behandeln werden.

Ich glaube dasselbe zunächst auf mechanische Verhältnisse zurückführen zu dürfen, und denke mir, dass sie durch den Druck zu Wege gebracht wird, den das Wachsthum des chordalen Wirbelkörpers vom Centrum gegen die Peripherie und der Belegschicht von der Peripherie gegen das Centrum hin bedingt, ein Wachsthum, welches bei der selbständigen Entwicklung der Theile, die wir supponiren müssen, nothwenig eine Abplattung der Zellen und schliesslich einen Schwund derselben an der Grenze der beiden, wo immer, wie überhaupt an der Peripherie, die Gewebe am weichsten, zu Wege bringen muss. Das excentrische Wachsthum des chordalen Atlaskörpers ist einleuchtend, da er wenigstens annäherungsweise einen soliden Kegel repräsentirt, abgesehen von den geringfügigen Chordaresten im Inneren, nicht so das überwiegend concentrische der Belegschicht, das auf Hindernisse

von Seiten der umgebenden Theile zurückgeführt werden könnte. Freilich können wir des letzteren auch entrathen, wenn wir ein stärkeres Wachsthum des chordalen Wirbelkörpers gegenüber der skeletogenen Schicht annehmen und zugleich an der Möglichkeit festhalten, dass das frühzeitige Festerwerden der Masse der letzteren im Centrum vorhanden ist, was bei der Ausdehnung des ersteren nothwendig zum Schwund der weichen Grenzlagen führen muss. Mag dem nun sein, wie ihm wolle, Messungen und ausgedehntere, entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen werden die Entscheidung bringen, und die aufgestellte Hypothese soll nichts weiter als eine Anregung auf diesem Gebiete geben, und es würde mich sehr freuen, wenn die Unhaltbarkeit meiner Annahme eines Näheren dargelegt würde. Aber nicht bloss innen, sondern auch aussen wird die Trennung der skeletogenen Schicht gegenüber den benachbarten Theilen deutlich. Im jüngsten Stadium sehen wir das Gewebe derselben an der Peripherie allerdings wie überall (Fig. 1 *k*, 2 *b i*) eine Lage platter Zellen, als erste Andeutung einer Abgrenzung, bilden, und diese Schicht deutete ich als die Matrix des Periostes und der dazu gehörigen Gewebe, allein dennoch fand sich ein allmähliger Uebergang zu den benachbarten Geweben, der Hülle des Rückenmarkes, den Muskeln u. s. w. In diesem Stadium aber ist die Trennung, wenn auch nicht vollführt, so doch stärker ausgeprägt, und man kann deutlich die Grenze der skeletogenen Schicht nach aussen bestimmen (Fig. 5 *f*), und zwar einmal deswegen, weil die Zelllage durch Umwandlung der Elemente schon mehr die Natur eines periostalen Bindegewebes angenommen hat, und dann vor Allem, weil die benachbarten Zellmassen sich selbständig und verschieden von der Belegschicht zu den bleibenden Geweben weiter entwickeln.

Im Folgenden wollen wir nun die Umwandlung der skeletogenen Belegschicht am *atlas* betrachten, und beginnen zunächst mit der an der Unterseite liegenden Masse, die am *epistropheus* wie an allen übrigen Wirbeln bis auf die Periostlage in den Knorpel des chordalen Wirbelkörpers übergeht, jedoch nicht sonderlich ausgedehnt erscheint, eine Masse, aus der in anderen Thierclassen die Hämapophysen sich bilden, während sie auch am *atlas* knorplig metamorphosirt, allein mächtiger entwickelt sich darstellt. Anfänglich, wie schon früher erwähnt, eine Masse dicht zusammengedrängter, rundlicher, embryonaler Zellen (Fig. 1 *f*, 2 *h*, 3, 4, 5) als flacher Bogen an der Unterseite des eigentlichen Atlaskörpers gelagert, beginnt sie gleichzeitig mit der Umwandlung des chordalen Wirbelkörpers zu hyalinem Knorpel vom Centrum gegen die Peripherie hin in eben solchen sich zu verwandeln (Fig. 5 *e*), und zwar scheint diese Metamorphose ausserordentlich rasch vor sich zu gehen. Dabei wachsen dann an der Seite dieser Masse die das

Rückenmark umschliessenden Neurapophysen (Fig. 3 *k*) hervor, deren Knorpel eine einfache Fortsetzung des Gewebes dieses Theils der skeletogenen Schicht ist. Die Zellen rücken durch Bildung massenhafter, gleichmässiger Intercellularsubstanz aus einander, theilen sich, wie wir es schon an anderen Stellen gesehen, und beim Menschenembryo der zehnten Woche sehen wir dann die Verknorplung so weit vorgeschritten, dass nur an der Peripherie der Anhäufung, und zwar einmal aussen (Fig. 5 *f*), eine dünne Lage abgeplatteter, unverknorpelter Zellen übrig bleibt, das embryonale Periost, welches mit dem benachbarten Gewebe der Muskeln innig zusammenhängt, allein doch davon vollkommen gut trennbar erscheint und ferner nach innen gegen den chordalen Wirbelkörper (Fig. 2 *d*, 5 *g*) eine eben solche dünne Zelllage, die zur skeletogenen Schicht gehörig, denselben, wie früher erwähnt, umhüllt und die Trennung zwischen eigentlichem Wirbelkörper und Belegschicht andeutet. Diese Lage wird nicht in den Verknorpelungsprocess einbezogen, sondern in demselben Augenblicke, wo dieser bis an die Peripherie fortgeschritten, sehen wir darin bemerkenswerthe Veränderungen auftreten. War diese Lage im jüngeren Stadium (Fig. 2 *d*) nur schwach begrenzt, und die Zellen derselben nur wenig abgeplattet, aber dichter zusammengedrängt, wie in der übrigen Masse der skeletogenen Schicht, so wird im Laufe der Entwicklung die Abplattung immer stärker, das ganze Gewebe wird in Folge dessen immer dunkler und hebt sich gegenüber der Umgebung immer schärfer ab. Die einzelnen Zellen erscheinen dabei stark granulirt, namentlich im Centrum, und wie mir schien, rührte das von der Einlagerung feinster Fetttröpfchen her, mit denen das Zellprotoplasma imprägnirt. Eine Isolation dieser platten Zellen zeigt, dass dieselben kurze Fortsätze besitzen, mit denen sie unter einander anastomosireu. Die untere Masse besitzt nun aber nicht überall die gleiche Dicke, sondern an den Seiten, beim Uebergange in die Neuralspangen sehen wir dieselbe zunehmen, und zwar deswegen, weil an der Ursprungsstelle derselben auch die *processus laterales* (Fig. 3 *i*, 4 *b*) auszuwachsen beginnen. Wir wollen jedoch von einer Betrachtung dieser als im Augenblicke von geringerem Interesse absehen, allein ausdrücklich erwähnt muss eine kleine Verdickung werden (Fig. 3 *e*), die schon jetzt sich geltend macht, und die sich in der Mitte der Unterfläche findet. Es ist das *tuberculum anterius* oder *inferius* des vorderen oder unteren Atlasbogens, denn es leuchtet ein, dass die so eben beschriebene, untere Masse diesen Theil repräsentirt. Sie ist die Matrix der Hämapophysen sowohl an diesem Wirbel, wie an jedem anderen und als ein Rudiment derselben anzusehen, während dann die Verdickung, das *tuberculum,* die Andeutung einer ungespaltenen *spina haemalis* ist, Verhältnisse,

auf die ich mich hier nicht weiter einlassen kann, um so weniger, da sie schon früher von SCHWARCK und mir ausführlich behandelt und begründet worden sind. Gehen wir nun einen Schritt in der Entwicklung weiter, so sehen wir die augenfälligsten und interessantesten Veränderungen an der dünnen Grenzlage zwischen dem *arcus inferior* und dem chordalen Atlaskörper auftreten. Wir finden, dass auf einmal im Centrum, wahrscheinlich durch Schwund eines Theils der abgeplatteten Zellen, eingeleitet durch die fettige Metamorphose des Zellprotoplasma das Gewebe heller wird (Fig. 6 *k*), ein lockeres Zellgewebsnetz mit unregelmässigen, mit anastomosirenden Ausläufern versehenen Zellen repräsentirt, und dadurch sehen wir zwei Lagen dunkler Zellen abgetrennt, von denen die eine (Fig. 3 *d*) dem chordalen Wirbelkörper anlagert, demselben als Perichondrium dient, während die andere (Fig. 3 *g*) das gleiche Gewebe an der Innenfläche des *arcus anterior* bildet. Damit sehen wir denn die vollständige Trennung eingeleitet, und man kann jetzt schon von einem selbständigen *processus odontoideus* oder einem *os odontoideum* sprechen, welcher also aus dem eigentlichen Körper des *atlas*, aber nicht ausschliesslich, sondern auch wie der bleibende Wirbelkörper jedes anderen Wirbels aus einer Lage der skeletogenen, Fortsätze treibenden Schicht besteht, die als Periost desselben dient, und dessen hat man sich zu erinnern, wenn man gegenüber der Belegschicht den *processus odontoideus* als Körper des *atlas* bezeichnet. Es ist das um so interessanter, als dadurch ein noch innigerer Connex des ersten Wirbels mit den übrigen zu Stande kommt, da ja auch bei ihnen die skeletogene Schicht aufs innigste, untrennbar mit dem eigentlichen Wirbelcentrum verbunden ist. Man müsste also das Verhältniss eigentlich so ausdrücken, dass, während an den übrigen Wirbeln das eigentliche Wirbelcentrum und die Belegschicht eine Masse bilden, am *atlas* durch eine Spaltung innerhalb der skeletogenen Schicht eine Trennung zu Stande kommt, wobei dann der allergrösste Theil derselben selbständig erscheint. Immerhin aber ist es wohl nicht unberechtigt zu sagen, dass das *os odontoideum* den eigentlichen Atlaskörper bilde, da dieser in der That die Hauptmasse desselben ausmacht.

Dieser Trennungsprocess innerhalb der skeletogenen Schicht macht sich nun aber nicht bloss auf der Unterseite des Atlaskörpers, sondern auch an den übrigen Stellen seiner Circumferenz geltend (Fig. 3 *d*, 7 *d*), und damit komme ich zu der Beschreibung der seitlichen Theile und der oberen Parthie der Belegschicht. Der Hauptunterschied in der Entwicklung dieser Massen gegenüber dem Theile an der Unterseite des chordalen Wirbelkörpers, dem *arcus inferior*, besteht darin, dass die Elemente derselben niemals verknorpeln, sondern sich zu Bindegewebsmassen umwandeln. Im Uebrigen lassen sich dieselben Grunderscheinungen

nachweisen. An den Seiten war, wie wir gesehen haben, die skeletogene Schicht beträchtlich, wenn auch nicht so stark wie unten entwickelt. Sahen wir nun hier innerhalb derselben in unmittelbarer Nähe des eigentlichen Wirbelcentrums durch Aufhellung der Grenzzelllage in dünner Schicht die Andeutung einer Trennung entstehen, so findet etwas Aehnliches auch an den Seiten statt, nur dass hier die Aufhellung innerhalb der Belegschicht eine viel grössere Ausdehnung erreicht (Fig. 3 *c*), so dass die dunklen Parthien nur eine schmale Lage, einmal an der Peripherie der skeletogenen Schicht (Fig. 3 *g*), und dann an der Oberfläche des chordalen Wirbelkörpers bilden, während dagegen oben an der Rückenmarkfläche ein Verhalten wie unten, eine Aufhellung in sehr dünner Schicht, stattfindet. Die dort nur in geringer Ausdehnung vorhandene Belegmasse (Fig. 3 *h*) wird dadurch ebenfalls in eine peripherische und centrale, dem Wirbelcentrum zugehörige Lage getheilt, welch letztere auch hier in derselben Dicke wie an den übrigen Stellen das Periost des Atlaskörpers bildet und auch dieselbe Struktur besitzt. Es sind wenige Lagen abgeplatteter, dicht gedrängter, granulirter und mit kurzen, unter einander anastomosirenden Ausläufern versehene Zellen. Die hellere, mittlere Zellmasse, die an den Seiten so ausserordentlich entwickelt (Fig. 3 *c*) ist, besteht aus grösseren, unregelmässig polygonalen, hie und da stern- oder spindelförmigen Zellen, die, mit längeren Ausläufern versehen, theilweise ein Zellennetz, ein maschiges, embryonales Bindegewebe, theilweise reichliche Gefässe (Fig. 7 *f*) bilden. Erst an der Peripherie platten sie sich wieder ab und bilden die dunklere Zelllage (Fig. 3 *h*). Diese, die ich am liebsten dem unteren Bogen parallelisiren möchte, und die oben in der Mitte am dünnsten, an den Seiten wie jene dagegen am entwickeltsten sich zeigt, zeigt schon frühzeitig eine Trennung in zwei, unter einander anfänglich zusammenhängende Gewebe, das eine central, das andere peripherisch, von denen ersteres überall in ziemlich der gleichen Stärke (Fig. 3 *h*) der inneren Periostlage des *arcus inferior*, jenes an den Seiten am ausgedehntesten (Fig. 3 *a*), theilweise mit seinen am oberflächlichsten gelagerten Theilen dem äusseren entspricht. Ersteres repräsentirt das *ligamentum transversum* mit seinem oberen und unteren Schenkel, letzteres bildet sich zum Theil zum *apparatus ligamentosus*, dem *ligamentum latum epistrophei*, aus. Denkt man sich, dass in dem abgetrennten, grössten Theile der skeletogenen Schicht statt einer Verwandlung der centralen Zellen desselben zu Knorpel, wie es am *arcus inferior* der Fall, eine solche zu Bindegewebe und Gefässen stattfindet, so hat man ein Verhalten, wie es namentlich an den seitlichen Massen der Belegschicht sich findet. Dieses embryonale, maschige, centrale Zellnetz verbindet an den Seiten

ligamentum transversum und *apparatus ligamentosus* (Fig. 3 *a*), während letzterer in der Mitte ohne Hülfe desselben mit dem queren Bande zusammenhängt. Von den Neurapophysenbasen, also am Ende des *arcus inferior* entspringend (Fig. 3 *h*) erscheint das *ligamentum transversum* auf dem Querschnitt als ein dunkler, gleichmässig dicker Zellstreifen, dessen einzelne Elemente anfänglich runder, dicht an einander gedrängt, dann mehr abgeplattet erscheinen und mit ihren Längsaxen transversell gestellt sind. Auf dem Längsschnitt tritt dann auch, namentlich der obere, zugehörige Theil des *crus superius* hervor, dessen Zellen in der Längsrichtung der Wirbelsäule stehen, und welches von der Spitze des chordalen Atlaskörpers an der Grenze des *spatium intervertebrale* seinen Anfang nimmt (Fig. 6 *f*). Auch der untere Schenkel lässt sich schon, wenn auch mit grösserer Mühe nachweisen. Eine ausgeprägte Faserung lässt sich noch nicht entdecken. Der *apparatus ligamentosus*, der recht eigentlich der äusseren Periostlage, der Belegschicht der übrigen Wirbel entspricht, ist eine verdichtete Masse an der Peripherie des zelligen Bindegewebes, welches ich vorhin in Analogie mit dem Knorpel des *arcus inferior* brachte, und in dem sich an den Seiten gegen den Rückenmarkscanal hin reichliche Gefässe entwickeln, ausgespannt zwischen den Neurapophysen, und die Richtung der Bildungszellen derselben sehen wir wesentlich der Länge der Wirbelsäule parallel.

Dies die Verhältnisse der skeletogenen Schicht am chordalen Wirbelkörper des *atlas*, und wir wenden uns jetzt zur Schilderung derjenigen des *spatium intervertebrale* des *atlas* und Hinterhaupts. Wir haben gesehen, dass die *chorda* von einer Zellscheide, dem Intervertebralknorpel umgeben (Fig. 1 *c*) von der Spitze des *processus odontoideus* zur *basis cranii* als überall gleich dicker Strang zog, und dass das Caliber sich nicht wie in anderen Zwischenwirbelräumen änderte. Dies zeigt sich selbst noch in späteren Entwicklungsstadien (Fig. 6 *c*), und erst dann, wenn die Ossification eintritt, beginnt sie zu verschwinden. Die umgebende Masse des Intervertebralknorpels, die Fortsetzung des chordalen Wirbelkörpers (Fig. 6 *c*) besteht aus platten, der Länge der *chorda* parallelen Zellen, die unter einander durch Ausläufer verbunden einen embryonalen Faserstrang bilden, der sich schon jetzt als *ligamentum suspensorium dentis* vollkommen gut gegenüber der umgebenden skeletogenen Schicht, dem Intervertebralligament, abgrenzt. Von dieser (Fig. 1) ursprünglich dunklen, gleichmässigen, aus runden, dicht gedrängten, embryonalen Zellen bestehenden Masse habe ich schon früher erwähnt, dass dieselbe bei weiter fortschreitender Entwicklung rings um das embryonale *ligamentum suspensorium*, den Intervertebralknorpel, sich aufhelle (Fig. *e*), und das tritt namentlich schön bei

menschlichen Embryonen der zehnten Woche (Fig. 5 *d*) und bei gleich weit entwickelten Säugethieren zu Tage, wobei dann wie beim Wirbel die ursprünglich dunkle Zellmasse in dünner Lage auf die Peripherie verdrängt ist, und diese bildet dann, soweit sie vom unteren Atlasbogen ausgeht (Fig. 2 *i*, 6 *l*), das *ligamentum obturatorium inferius s. anticum*, während das obere oder untere ein *ligamentum intercrurale s. flavum* ist. Die embryonalen Elemente des ersteren hängen continuirlich mit dem Periost des Bogens zusammen, sind demselben so zu sagen in morphologischer Beziehung gleichwerthig, dagegen bildet die dunkle Lage gegen das Rückenmark hin (Fig. 2 *b*, 6 *d*) die Fortsetzung des *ligamentum latum* oder des *apparatus ligamentosus*, die sich bis zur Schädelhöhlenfläche der *basis cranii* erstreckt und hier continuirlich mit der jetzt schon unterscheidbaren *dura mater* (Fig. 6 *a*) zusammenhängt und dieselben Strukturverhältnisse wie das embryonale Periost und der Bandapparat des Wirbels zeigt. Der Richtung der Zellen des *ligamentum obturatorium* zu einer frühen Periode gegen den Anfang des Hinterhauptlochs, also der Eintrittsstelle der *chorda* in die Schädelbasis, habe ich schon früher Erwähnung gethan, nur dass diese Richtung bei der stärkeren Differenzirung (Fig. 2 *a*, 6 *l*, 7 *a*) dieses Gewebes gegenüber den benachbarten deutlicher zum Vorschein kommt. Die helle Zellmasse der skeletogenen Schicht des Zwischenwirbelraums oder des Intervertebralligamentes, welches die Natur eines Zellenmaschennetzes (Fig. 6 *e*) hat und hie und da schon Andeutungen von Gefässen, in die sich ein Theil der Zellen verwandelt, erkennen lässt, ist nun aber abgesehen davon nicht vollkommen gleichmässig, sondern diejenigen Zellen, welche bis zur Spitze des *processus odontoideus* an den sich entwickelnden *apparatus ligamentosus* angrenzen, sehen wir einen anderen Entwicklungsgang durchmachen. Dieselben bilden (Fig. 5 *b*) zwei Zellstränge mit abgeplatteten, spindelförmigen Elementen, die eine Richtung von der Seite der Spitze des chordalen Atlaskörpers, mit dessen Periost sie zusammenhängen, bis zum Umfange des Hinterhauptloches nehmen, und diese, die im Zwischenwirbelraume dem *ligamentum cruciatum* des Wirbels entsprechen, stellen sich als die ersten Andeutungen der *ligamenta alaria* heraus, und so finden wir im *spatium intervertebrale* ähnliche Trennungsvorgänge innerhalb der peripherischen Lage der Belegschicht, wie am *atlas*, und es bekundet das wieder einmal den innigen Connex zwischen Wirbel und Wirbelzwischenraum, die Uebereinstimmung in den Grundverhältnissen der dasselbe zusammensetzenden Gewebe.

Sehen wir nun somit schon zu dieser Periode alle im erwachsenen Zustande vorhandenen Elemente der Drehwirbel in grösserer oder geringerer Ausbildung vorhanden, so erübrigt es zum Schluss nur noch

einen Blick auf die weiteren Entwicklungsvorgänge zu werfen, die für eine schärfere Differenzirung der einzelnen Theile von Wichtigkeit. Was zunächst das *spatium intervertebrale* zwischen *attas* und *epistropheus* betrifft, so finden wir die *chorda* wohl durch Hülfe des Intervertebralknorpels spindelförmig aufgetrieben (Fig. 8 *c*), allein von einem Intervertebralligament ist nicht viel mehr zu sehen (Fig. 8), und wie an den übrigen Wirbeln waren die centralen Theile desselben schon mit der Bildungsmasse des *nucleus pulposus* verschmolzen, der sonach nicht ausschliesslich dem Intervertebralknorpel, der Fortsetzung des eigentlichen Wirbelcentrums entspricht. Das Ligament ist nur mehr an der Peripherie des Zwischenraums nachweisbar, die centralen Theile (Fig. 6, 8) sind in die Knorpelmasse des Körpers der beiden ersten Wirbel übergegangen. Die centrale Aufhellung sowohl im *processus odontoideus,* als im *epistropheus,* der Vorläufer der Ossification ist ausgedehnter geworden. Am *atlas* sehen wir die Trennung zwischen *arcus inferior* und dem *dens* durch Resorption des aufgehellten Zellgewebes (Fig. 6 *k*) zwischen beiden vollständig geworden (Fig. 7 *c*), und es hat sich ein Gelenk gebildet, dessen Kapsel an der Stelle, wo sich der Bogen von dem *dens* entfernt, die dem Ursprunge der Neurapophysen entspricht, von denjenigen Zellen gebildet wird, die an der Seite des *processus odontoideus* unter dem *ligamentum transversum* gelegen sind (Fig. 3 *c*), und in denen sich jetzt deutliche Gefässe entwickelt haben (Fig. 7 *f*), während der Rest derselben ein lockeres, bindegewebiges Maschennetz bildet. Zugleich finden wir auch im Knorpel des Bogens, im Centrum desselben eine Aufhellung, die wie bei den Wirbelkörpern als Vorbote der Verknöcherung auftritt. Das Periost des *arcus* sowohl, wie des *processus odontoideus* hat schon mehr den bleibenden Charakter angenommen. Das *ligamentum transversum* mit seinen Ausläufern zeigt sich ebenfalls von dem *dens* vollständig abgetrennt und tritt deutlich als Fasergewebe mit starken, elastischen Elementen auf. Auch das *ligamentum latum epistrophei* stellt sich jetzt schon als Bindegewebsmasse dar, während die Zellen zwischen demselben und dem *ligamentum transversum* theilweise starke Gefässe gebildet haben, grösstentheils aber nur ein zartes, maschiges Bindegewebe bilden und dadurch deutlicher die Masse des queren Bandes mit dessen Schenkeln und den *apparatus ligamentosus* abtrennen. Dieselbe stärkere Differenzirung der einzelnen Theile findet auch im *spatium intervertebrale* zwischen *atlas* und Hinterhaupt statt. Die *chorda* verschwindet im *ligamentum suspensorium,* und dieses selbst bildet jetzt einen faserigen Bindegewebsstrang. Das lockere Zellnetz des Intervertebralligamentes wird immer lockerer, nachdem ein Theil der Zellen sich zu Gefässen umgewandelt. Die *ligamenta alaria* treten als selb-

ständige Faserstränge auf, und heben sich deutlich vom *apparatus ligamentosus* ab. Das nächste Stadium ist dann (Fig. 8) durch das Auftreten der Ossificationskerne charakterisirt, mit dem Hand in Hand die Vascularisation des Knorpels geht. Ein solcher erscheint, wie bekannt, im Centrum der Wirbel, ohne dass man in morphologischer Beziehung auf seine Lage, Ausdehnung und Zahl besonderen Werth legen darf. Der des *epistropheus* entwickelt sich immer später als an den übrigen, ist daher kleiner, und ein eben solcher macht sich im Centrum des unteren Atlasbogens geltend, und zwar früher als im *os odontoideum*, der zuletzt erscheint. Die *basis cranii* habe ich meistens von der unteren Peripherie aus verknöchern sehen.

Nach demselben Plane, wie bei den Säugern und den Menschen, sind die zwei ersten Wirbel der Vögel und Reptilien gebaut, worauf ich in späteren Abhandlungen zurückkommen zu können hoffe, und so glaube ich denn, dass die Grundanschauungen, welche Schwarck und ich in der vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule niedergelegt, eine weitere, wichtige Stütze bekommen haben, und ich denke, der stricte Beweis ist geführt, dass der Grundplan im Bau der Wirbelsäule auch auf diese so eigenthümlichen Elemente anwendbar ist, ein Beweis, der, wie schon aus Rathke's und Bergmann's Arbeiten hervorgeht, in vergleichend anatomischer Beziehung nichts weniger als irrelevant erscheint.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Vergr. 50/1. Medianer Längsschnitt durch die Schädelbasis und den *atlas* eines Rindsembryo. *a.* die ungetrennten, mächtig entwickelten Gehirnhäute (*pia*, *arachnoidea*, *dura*). *b.* Gehirn. *c.* Intervertebralknorpel des ersten Zwischenwirbelraumes, späteres *ligamentum suspensorium dentis*. *d.* Chordaler Wirbelkörper des *atlas*. *e.* Chordascheide (*elastica interna*). *f.* Anhäufung der skeletogenen Schicht an der Vorderseite des *atlas*, später *arcus anterior*. *g.* Matrix der an der Schädelbasis und der Vorderfläche der Wirbelsäule befestigten Organe. *h.* Chordastrang innerhalb der Schädelbasis. *i.* Chordale Wirbelkörpermasse der Schädelbasis. *k.* Skeletogene Schicht derselben.

Fig. 2. Vergr. 50/1. Längsschnitt seitlich von der Mittellinie durch die Schädelbasis und die zwei ersten Wirbel eines etwas älteren Rindsembryo. *a.* Deutlicher als Periostlage der Schädelbasis zum Vorschein kommende, skeletogene Schicht. *b.* Erste Anlage des *apparatus ligamentosus* und der *ligamenta alaria*. *c.* Aufgehellte Zellmasse des Intervertebralligaments im ersten Wirbelzwischenraum. *d.* Erste Andeutung der Grenzschicht zwischen Belegmasse und chordalem Wirbelkörper *e.* des *atlas*. *f.* Intervertebralligament zwischen *atlas* und *epistropheus*. *g.* Chordaler Wirbelkörper des *epistropheus*. *h.* Deutlicher abgegrenzte Anlage des *arcus anterior*. *i.* Erste Andeutung der *membrana obturatoria anterior*.

Fig. 3. Vergr. 50/1. Querschnitt durch den *atlas* eines etwas älteren Rindsembryo. *a.* Zellmasse zwischen *apparatus ligamentosus b.* und dem *ligamentum transversum*. *c.* Aufgehellte Zellmasse der skeletogenen Schicht an der Seite des chordalen Wirbelkörpers des *atlas*. *d.* Erste Anlage des Periostes des *dens epistrophei*. *e.* *Tuberculum anterius atlantis*. *f.* Aufhellung im Centrum des *dens epistrophei* als erste Andeutung der Ossification. *g.* Inneres Periost des *arcus anterior*. *h.* *ligamentum transversum*-Anlage. *i.* Sich entwickelnder *processus lateralis*. *k.* Neurapophyse.

Fig. 4. Vergr. 50/1. Querschnitt durch den *atlas* in der Nähe des *epistropheus* eines Schweinsembryo. *a.* *Foramen intertransversarium* des *atlas*. *b.* *processus laterales*. *c.* Die skeletogene Schicht des *spatium intervertebrale* und des *atlas*. *d.* *apparatus ligamentosus*. *e.* Chordaler Atlaskörper.

Fig. 5. Vergr. 50/1. Querschnitt durch den oberen Theil des *atlas* eines Menschenembryo aus der zehnten Woche. *a.* Hinterhaupt. *b.* Erste Anlage der *ligamenta alaria*. *c.* *ligamentum cruciatum*. *d.* Die helle Zellmasse der skeletogenen Schicht an der Seite des eigentlichen Atlaskörpers. *e.* Verknorpelter *arcus anterior*. *f.* Aeusseres, schon deutlich angelegtes Periost, äusserste Lage der Belegschicht. *g.* Ungespaltene Trennungszellmasse zwischen der skeletogenen Schicht und dem chordalen Atlaskörper.

Fig. 6. Vergr. $^{65}/_{1}$. Medianer Längsschnitt durch den oberen Theil der Wirbelsäule eines Menschenembryo der zwölften Woche. *a. dura mater. b.* Der knotenförmige Chordastrang in der Schädelbasis. *c. ligamentum suspensorium. d. apparatus ligamentosus. e.* Zellgewebe der skeletogenen Schicht des Intervertebralraums, dem Intervertebralligament angehörig. *f. Crus superius* des *ligamentum transversum. g.* Die Erweiterung des Chordastranges in der Mitte des Atlaskörpers. *h.* Rest des Intervertebralligaments zwischen *atlas* und *epistropheus. i.* Anhäufung der Masse der skeletogenen Schicht an der Vorderseite des unteren Theils des *atlas. k.* Aufgehellte, centrale Parthie der trennenden Zelllage zwischen *arcus anterior* und dem *os odontoideum. l. Ligamentum obturatorium anterius* abgerissen.

Fig. 7. Vergr. $^{50}/_{1}$. Querschnitt durch die Mitte des *atlas* eines etwas älteren, menschlichen Embryo. *a. ligamentum transversum. b. apparatus ligamentosus. c.* Gelenkhöhle zwischen *arcus anterior* und *dens. f.* Gefässe innerhalb des lockeren Zelllagers der skeletogenen Schicht an der Seite des *processus odontoideus*, welches die Gelenkkapsel des Zahngelenks gebildet.

Fig. 8. Vergr. $^{30}/_{1}$. Nicht vollständig genauer, medianer Längsschnitt durch den oberen Theil der Wirbelsäule eines Schweinsembryo. *a. membrana obturatoria anterior. b.* Aufgehellte Parthie des Knorpels in der Mitte des Atlaskörpers. *c.* Spindelförmige Erweiterung der *chorda* im Intervertebralraume zwischen *atlas* und *epistropheus. d.* Ossificationskern des *epistropheus. e. nucleus pulposus. f.* Ossificationskern des *arcus anterior. g.* Ossification an der Schädelbasis.

XIII.

Beiträge zur Entwicklung der Wirbelsäule bei den Vögeln

von

W. Schwarck, stud. med.

Mit Tafel XXVI.

In der Arbeit von Dr. Hasse und mir »Studien zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule, insbesondere des Menschen und der Säugethiere« sind die Vögel wegen Mangels an Zeit nicht specieller berücksichtigt worden, ihre Bearbeitung musste auf eine spätere Zeit verschoben werden. Da es nun aber zur Consolidirung unserer in obiger Arbeit niedergelegten Ansichten von höchstem Interesse ist, zu sehen, wie die Verhältnisse der Wirbel bei den Vögeln sich gestalten, so habe ich etwas genauere Untersuchungen über die Wirbelgenese angestellt. Im Ganzen ist das Studium der Vogelwirbelsäule bis jetzt etwas vernachlässigt worden. So viel ich weiss, haben sich nur Remak [1]), Gegenbaur [2]) und G. Jaeger [3]) damit beschäftigt, und zwar ersterer hauptsächlich nur mit den ersten Entwicklungsstadien bis zur Entwicklung der secundären Wirbelsäule. Seine Angaben werden von Gegenbaur bestätigt. Letzterer hat auch die späteren Entwicklungsverhältnisse der Vögel in seiner Arbeit über die vergleichende Anatomie der Amphibien und Reptilien kurz beleuchtet. Auf diese Arbeit habe ich besonders Rücksicht genommen.

Leider begannen meine Untersuchungen, die nur an Hühnerembryonen gemacht sind, erst mit späteren Stadien, wo die Wirbelsäule bereits in den knorpligen Zustand übergegangen ist. Gern hätte

---

1) Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere. 1855.

2) Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule bei Amphibien und Reptilien. Leipzig 1862.

3) Sitzungsberichte der k. k. Academie. Wien 1859. Bd. XXVII.

ich die Wirbelgenese von der ersten Anlage der secundären Wirbelsäule an verfolgt, doch es fehlte an Material. Das jüngste Stadium, das mir zu Gebote stand, war vom 6. Tage. Betrachten wir nun zunächst die gröberen Verhältnisse an einer solchen Wirbelsäule etwas näher. In der Mitte der Wirbelkörper, doch näher der oberen Seite — die Wirbelsäule hier, wie auch bei der weiteren Betrachtung horizontal liegend gedacht — sieht man auf Querschnitten die rundliche *chorda*, deren Ausdehnung noch ziemlich beträchtlich ist (Fig. 1 u. 4 *ch*). Nach aussen an sie schliesst sich eine helle, schmale, structurlose Membran, die *elastica interna* (Fig. 1 u. 4 *e*), und nun folgt der knorplige Wirbelkörper, dessen Ausdehnung durchaus nicht mehr unbeträchtlich ist. Hierin liegt eine Weiterentwicklung der Vögel gegenüber den Reptilien, wo die um die *chorda* abgelagerte Knorpelmasse weit geringer ist, und eine Annäherung an die Säugethiere. Schon bei oberflächlicher Betrachtung erkennt man auf Querschnitten an der Knorpelmasse zwei Schichten, eine innere, dunklere, deren Elemente ringförmig um die *chorda* herum angeordnet sind (Fig. 1 u. 4 *a*), und eine äussere, hellere, deren Zellen unregelmässig durch einander liegen (Fig. 1 u. 4 *b*). Erstere entspricht wie bei den Säugethieren dem chordalen Wirbelkörper, letztere der äusseren, skeletbildenden Schicht. Beide sind jedoch auch bei den Vögeln nicht scharf von einander getrennt, sondern gehen allmählig in einander über, was ja auch nicht zu verwundern, da sie innig zusammen gehören, indem sie jedenfalls dieselbe Matrix haben, und zwar die äussere Zellscheide. Von der äusseren Schicht gehen auch die Fortsätze des Wirbels aus, die am fünften schon als solche ausgebildet sind (Fig. 1 u. 4). Was die Ausdehnung beider Schichten betrifft, so überwiegt die äussere die innere an Mächtigkeit, nur im senkrechten, d. h. im neuro-ventralen Durchmesser kommt letztere ihr wohl fast an Stärke gleich, ja übertrifft sie stellenweise. Uebrigens ist der chordale Wirbelkörper rings um die *chorda* nicht gleich stark, vielmehr ist er über ihr am mächtigsten, ja hier scheint die äussere, skeletbildende Schicht aufs blosse Perichondrium reducirt zu sein. An den Seiten von der *chorda* wird die innere Schicht schwächer, noch schwächer unter ihr. Dies Verhalten ist so auffallend, dass die Dicke der inneren Schicht unter und über der *chorda* oft fast um die Hälfte differirt, mitunter verschwindet der Unterschied allerdings auch mehr. Das Grössenverhältniss der äusseren und inneren Knorpelschicht ist im Verlaufe der ganzen Wirbelsäule ziemlich dasselbe; nur gegen das Schwanzende zu, wo die Entwicklung der Wirbel noch nicht so weit vorgeschritten ist und daher die *chorda* eine relativ starke Ausdehnung zeigt, tritt auch die äussere Schicht gegenüber der inneren etwas mehr zurück. Dies spricht ent-

schieden dafür, dass die Grösse der skeletbildenden Schicht mit der Entwicklung der Fortsätze im innigsten Connex steht. Sie nimmt zu mit der Ausdehnung letzterer, was wir ja auch bei den Säugethieren dargethan haben. In der That waren am Schwanzende des fünftägigen Hühnerembryo die Fortsätze noch wenig entwickelt, die Bögen noch nicht geschlossen. Immerhin war die relative Grösse der äusseren Schicht hier beträchtlicher als an der Schwanzspitze, wie bei allen Säugethierembryonen, was sich einfach daraus erklärt, dass die Fortsätze hier stärker sind. Die äusserste Schicht des Wirbels bildet endlich das Perichondrium, das sich continuirlich um Körper und Fortsätze herumzieht (Fig. 4). Dies die gröberen Verhältnisse des Wirbels auf Querschnitten. Dem entsprechend finden wir sie auch auf senkrechten Längsschnitten.

Hier sehen wir die *chorda* (Fig. 3 *ch*) sich als continuirlichen, überall gleich dicken Strang durch die ganze Wirbelsäule hindurchziehen, ein Beweis, dass dieselbe, wenn sie auch auf die fernere Entwicklung der Wirbelsäule keinen grossen Einfluss mehr übt, doch noch nicht der regressiven Metamorphose anheimgefallen sein kann. Hierfür spricht ja auch schon die Integrität ihrer Elemente, an denen noch nichts von Neubildung zu entdecken ist. Die knorplige Wirbelsäule ist noch nicht in einzelne Wirbel zerfallen, wohl aber ist die Stelle der späteren Trennung schon durch eine stärkere Zellenanhäufung gekennzeichnet (Fig. 3 *i*). Diese Differenzirung soll nach GEGENBAUR erst um den fünften Tag vor sich gehen. So entsteht der Intervertebralraum. Die dicht zusammengehäuften Zellen sind sehr dunkel gefärbt — alle Präparate waren mit einer Carminammoniaklösung tingirt — und gehen continuirlich in die Zellen des Perichondrium über, so dass es fast scheint, zumal letzteres sich an der unteren Seite des Wirbels ein wenig einbuchtet, als ob von ihm aus die Zellen in den Wirbel hineingewuchert wären. Trotzdem ist an die Möglichkeit eines solchen Vorganges kaum zu denken, vielmehr spricht Alles dafür, dass die Anhäufung der Zellen durch Wucherung an Ort und Stelle zu Stande kommt. Dieses giebt auch GEGENBAUR an. Sehen wir doch auch bei der Bildung von Gelenken ganz dasselbe Verhältniss, auch hier entsteht erst eine stärkere Zellenanhäufung, die bei oberflächlicher Betrachtung vom Periost ausgegangen zu sein scheint, und doch nehmen alle Autoren eine örtliche Zellwucherung an. An einigen Stellen sah man auch wirklich eine leichte Trennung des Perichondriums vom übrigen Intervertebralraum durch eine plötzlich zunehmende, dunklere Färbung des ersteren, immerhin aber ist der Uebergang weniger deutlich ausgesprochen, als am Wirbelkörper.

An dem knorplige Wirbelkörper kann man, wie an Querschnitten, so auch an Längsschnitten sehr wohl zwei Schichten von ensprechender

Ausdehnung unterscheiden, nur springt die Trennung hier nicht so stark in die Augen. Gleich unterhalb der *chorda* sieht man mehrere, ziemlich regelmässige Längsreihen von Zellen, die dem chordalen Wirbelkörper entsprechen (Fig. 3 *a*). Weiter nach aussen ordnen die Elemente sich unregelmässiger an, die Intercellularsubstanz wird etwas mächtiger, und somit ist der Uebergang in die äussere, skeletbildende Schicht gegeben, von der sich auch hier das Perichondrium wieder scharf absetzt. In Uebereinstimmung mit der stärkeren Ausdehnung des chordalen Wirbelkörpers an der Dorsalseite des Wirbels, wie wir es auf Querschnitten vorfanden, dringen auch hier die in Längsreihen angeordneten Zellen oberhalb der *chorda* bis zum Perichondrium, das den Rückenmarkscanal auskleidet, vor und gehen allmählig in letzteres über (Fig. 3).

Kehren wir nun wieder zum Intervertebralraum zurück, so finden wir die Verhältnisse sich hier etwas schwieriger gestalten, die einzelnen Schichten lassen sich weniger deutlich von einander trennen. Die dichte Anhäufung der Zellenmassen erstreckt sich durch den ganzen knorpligen Wirbelkörper, doch nimmt sie auf senkrechten Längsschnitten an der Ventralseite von aussen nach der *chorda* zu etwas ab. Die letzterer zunächst liegende Knorpelpartie erscheint heller, die Intercellularsubstanz ist hier etwas bedeutender. Gleichzeitig sind die innersten Zellen mehr oder weniger der *chorda* parallel angeordnet, während die der grösseren, äusseren Partie in leicht bogenförmigen Linien mit nach unten sehender Convexität angeordnet sind. Jene innerste, helle Knorpelpartie (Fig. 3) entspricht entschieden dem chordalen Wirbelkörper, während die grössere, äussere von der skeletbildenden Schicht und dem Perichondrium gebildet wird. An der Dorsalseite der *chorda* erkennt man gleichfalls zwei Schichten, eine äussere, dunklere, die die Fortsetzung des Perichondrium ist, und eine innere, hellere, deren Ausdehnung weit mächtiger. Die Elemente der letzteren sind an der äusseren Hälfte in leicht bogenförmigen Linien mit nach oben sehender Convexität, in der unteren Hälfte dagegen in entgegengesetzt bogenförmigen Linien angeordnet, wohl ein Beweis, dass die Hauptwucherung der Zellen in der Mitte der Dicke dieser Schicht stattfindet. Diese ganze Schicht geht ganz allmählig in die chordalen Wirbelkörper über, so dass wohl nicht daran zu zweifeln ist, dass dieselbe eine Fortsetzung der letzteren ist. Demnach wären wir zu dem Resultate gekommen, dass die einzelnen Schichten des knorpligen Wirbelkörpers im Intervertebralraum ziemlich dieselbe Ausdehnung als im Wirbelkörper haben. Wir wollen nun sehen, ob hiermit auch die Verhältnisse, wie wir sie auf Querschnitten durch den Intervertebralraum antreffen, in Einklang zu bringen sind. Hier sehen wir

sämmtliche Zellen ringförmig um die *chorda* angeordnet, und zwar nimmt die Intensität ihrer Färbung gegen die *chorda* zu ab. Obgleich nun der Unterschied in der Färbung der peripherischen Zellenreihen und der der *chorda* nicht so unbeträchtlich ist, so erfolgt die Färbungsabnahme doch so allmählig, dass es unmöglich ist, hier die beiden Schichten streng zu trennen. Trotz dieses Befundes steht aber nichts im Wege, dennoch zwei Schichten zu unterscheiden, eine innere, dem chordalen Wirbelkörper, und eine äussere, der skeletbildenden Schicht entsprechende, und zwar in der Ausdehnung, die wir auf Längsschnitten gefunden haben. Die innere Schicht ist dann der Intervertebralknorpel, die äussere das Intervertebralligament. Ersterer hat also nicht um die ganze *chorda* herum dieselbe Ausdehnung, sondern ist oberhalb derselben weit mächtiger als unter ihr, indem er dort fast die ganze Dicke des Intervertebralraums einnimmt, hier nur einen kleinen Theil. Hierin stimme ich daher nicht mit Gegenbaur überein, der den ganzen, im Intervertebralraum liegenden Knorpel als Intervertebralknorpel auffasst und nur die äussere, dem Perichondrium entsprechende Lage als Intervertebralligament ansieht. Hiernach schlössen die Vögel sich allerdings in dieser Beziehung ganz eng an die Amphibien und Reptilien, wo das Intervertebralligament gegenüber dem Intervertebralknorpel an Stärke sehr zurücktritt, während nach meiner Ansicht sie hierin schon einen Uebergang zu den Säugethieren bilden.

Der *processus costalis* (Fig. 1 *C*) war in diesem Stadium an den Halswirbeln ebenfalls schon durch eine stärkere Zellenanhäufung (Fig. 1 *d*) vom oberen und unteren Querfortsatz getrennt. Ganz dasselbe Verhalten also wie im Intervertebralraum.

Dies die gröberen Verhältnisse der Wirbelsäule, gehen wir nun zu dem feineren, histologischen Bau über, und zwar wollen wir zunächst wieder die *chorda* ins Auge fassen.

Die *chorda* (Fig. 2 *ch*) besteht aus einem grosszelligen Gewebe, dessen Zellen ziemlich rundlich sind und dicht neben einander liegen, so dass keine Intercellularsubstanz zwischen ihnen existirt. Die Zellen zeigen wie auch bei den Amphibien und Reptilien schöne, runde Kerne, die grösstentheils peripherisch gelagert sind und deutliche Kernkörperchen besitzen. Gegen die Peripherie zu verkleinern die Chordazellen sich und bilden schliesslich eine Reihe kleiner, der *elastica* dicht anliegender, kernhaltiger Zellen, ein Verhalten, das gleichfalls bei den Amphibien und Reptilien statt hat. Diese Randzellen sind zugleich dunkler gefärbt und mehr platt (Fig. 2 *f*), vielleicht kann man sie deshalb als eine Art Epithel ansprechen. Doch sei dem, wie ihm wolle, jedenfalls hängen sie mit den Chordazellen, aufs innigste zusammen, denn nirgends, wo die *chorda* sich von der *elastica* gelöst hatte,

sah man dieselben an letzterer verbleiben. Ganz platte Randzellen habe ich nur an einigen wenigen Stellen deutlich wahrgenommen, ob dieselben an dem übrigen Theile der Wirbelsäule fehlten, wage ich nicht zu entscheiden. Im Ganzen ist jedoch diese Frage auch nicht von grosser Wichtigkeit.

Die an die *chorda* sich anschliessende *elastica* ist eine schmale, structurlose Membran (Fig. 2 *e*), an der man bei stärkerer Vergrösserung eine leichte, concentrische Streifung erkennt. Gegen die *chorda* endet sie mit einem sehr dunklen, leicht geschlängelten Contour, nach aussen dagegen geht sie continuirlich in die Intercellularsubstanz des chordalen Wirbelkörpers über, so dass es fast scheint, als ob sie ein integrirender Bestandtheil desselben, eine Abscheidung aus ihm sei. Dennoch spricht wohl die meiste Wahrscheinlichkeit dafür, dass sie ein Homologon der *elastica interna* der Amphibien und Reptilien ist.

Der chordale Wirbelkörper besteht theils aus mehr ovalen, theils leicht spindelförmigen Zellen, die ringförmig um die *chorda* herum angeordnet sind, d. h. mit ihrem Längsdurchmesser parallel der Oberfläche jener. Die Zellen sind deutlich kernhaltig, und trotz der sehr dunklen Färbung, die sie durch Tinction mit Carminammoniak annehmen, erkennt man eine leichte Granulirung an ihnen. Auf Längsschnitten erscheinen die Zellen oval, nur nach beiden Enden des Wirbels zu werden sie fast rundlich, die Zwischensubstanz zwischen den Zellen ist sehr spärlich. Weiter von der *chorda* entfernt werden die Zellen sowohl auf Quer- als auf Längsschnitten mehr rundlich, aber grösser, und gehen endlich in die unregelmässigen Zellen der äusseren, skeletbildenden Schicht über. Zugleich mit diesem Vorgang wird auch die Intercellularsubstanz reichlicher, und damit wird auch die Färbung der Zellen heller. In der Intercellularsubstanz sieht man gleichsam als Abgrenzung von Zellenterritorien eine leichte, dunkle Strichelung (Fig. 2). Dieselbe ist in der äusseren Schicht deutlicher als in der inneren, hier ist sie theilweise kaum zu entdecken. Die äussere, skeletbildende Schicht lässt sich auch in ihrer feineren Structur nicht scharf von dem chordalen Wirbelkörper trennen, der Uebergang beider in einander findet ganz unmerklich statt. Die Zellen der äusseren Schicht liegen sowohl auf Längs- als Querschnitten unregelmässig durch einander und sind selbst unregelmässig polygonal und grösser, ferner unterscheiden sie sich von den Zellen der inneren Schicht dadurch, dass sie stärker granulirt sind und mehr Intercellularsubstanz zwischen sich haben. Letztere beiden Charaktere sind jedoch nicht in der ganzen Ausdehnung des Wirbels gleich stark ausgeprägt, vielmehr ändern sie sich gegen den Intervertebralraum zu allmählig, indem die Zellen kleiner, weniger granulirt und daher zusammen-

gedrängt werden. Alles dieses geht auch mit den Zellen der skeletbildenden Schicht gegen das Periost hin vor sich; nachdem sie endlich eine rundliche oder etwas längliche Form angenommen haben, gehen sie ziemlich plötzlich und nicht ganz allmählig wie bei jungen Säugethierembryonen in die Spindelzellen des Perichondrium über. Ein Beweis also, dass letzteres sich bei den Vögeln früher und rascher von seiner Matrix, der äusseren, skeletbildenden Schicht, differenzirt als bei jenen. Die Zellen der Wirbelfortsätze verhalten sich ganz wie die der äusseren, skeletbildenden Schicht, jedoch entsprechen sie mehr denen der peripherischen Theile der letzteren. Das Perichondrium, das als ziemlich starke Lage (Fig. 2*p*) den Wirbelkörper sammt seinen Fortsätzen überzieht, hat eine rein bindegewebige Natur.

Im Intervertebralraum lassen sich, wie zu erwarten war, auch der feineren Structur nach der Intervertebralknorpel und das Intervertebralligament nicht scharf trennen, vielmehr findet ein ganz allmähliger Uebergang statt. Die der *chorda* zunächst liegenden Zellenpartien, die den ersteren constituiren, verhalten sich in jeder Beziehung ähnlich wie die des chordalen Wirbelkörpers, auch sie sind länglich oval, nur sind sie kleiner, liegen dichter zusammen und lassen weniger Intercellularsubstanz zwischen sich, auch sind sie noch etwas platter. Gegen die Peripherie des Intervertebralraums zu findet ein ähnlicher Vorgang statt, wie wir es in unserer früher erwähnten Arbeit vom Schweinsembryo beschrieben haben, die Zellen werden nämlich platter, kleiner und dichter zusammengedrängt, und schliesslich gegen das Perichondrium zu spindelförmig und so dicht an einander liegend, dass man die einzelnen kaum noch unterscheiden kann; nur geht alles dieses hier noch unmerklicher vor sich als es beim Schweinsembryo der Fall ist, so dass man hier bei Betrachtung des feineren Baues absolut keine annähernde Grenze ziehen kann.

Die Veränderungen, die an den folgenden Tagen mit der Wirbelsäule vor sich gehen, habe ich leider nicht beobachten können, es standen mir keine Embryonen zu Gebote. Das nächste Stadium, das ich zu untersuchen hatte, war bereits vom 14. Tage, wo natürlich schon bedeutende Veränderungen vor sich gegangen sind.

Die Verknöcherung ist hier bereits an der ganzen Wirbelsäule im Entstehen begriffen, ausser an den Kreuz- und Schwanzwirbeln. Daher wollen wir mit der Schilderung der Verhältnisse, wie wir sie hier vorfinden, beginnen. Was zunächst die *chorda* betrifft, so hat dieselbe in diesem Stadium offenbar keine Bedeutung mehr, sie ist schon in der Rückbildung begriffen und durchzieht die Wirbel nicht mehr als continuirlicher, überall gleich dicker Strang, sondern ist an bestimmten Stellen, und zwar in den Intervertebralräumen, schon eingeschnürt. Dem

entsprechend ist ihre Structur bedeutend verändert, ihre Elemente sind zusammengedrängt, lassen aber noch einzelne Zellen erkennen. Die Gestalt der *chorda* ist in den Intervertebralräumen und am Ende des Wirbels dreieckig, in der Mitte des Wirbels dagegen, wo ihre Zellen zugleich intacter sind, ist sie noch rundlich (Fig. 5 *ch*). Interessant ist eine Thatsache, die Gegenbaur erwähnt, nämlich dass die *chorda* am 7. Tage am vorderen Theile der Wirbelsäule und am Schwanze in der Mitte des Wirbels eingeschnürt sein soll, ein Umstand, für den sich bis jetzt wohl kaum eine Erklärung finden lässt. Erst gegen den 9. Tag soll sich die intervertebrale Einschnürung und die vertebrale Erweiterung ausbilden, und zwar zunächst an den Halswirbeln.

Um die *chorda* herum findet sich eine schmale *elastica* (Fig. 5 *e*), die sich ganz wie im jüngsten Stadium verhält.

An dem knorpligen Wirbelkörper lassen sich, wie auch Gegenbaur erwähnt, deutlich zwei Schichten unterscheiden (*a* u. *b*). Die Zellen der inneren Schicht sind gleichfalls ringförmig um die *chorda* herum angeordnet, jedoch unterscheiden sie sich dadurch wesentlich von der innersten Schicht des jüngsten Stadiums, dass sie nicht mehr längsoval und mit ihrem Längsdurchmesser der *elastica* parallel angeordnet, sondern dass sie grösstentheils viereckig, mit ihrem Längsdurchmesser senkrecht gegen die *chorda* gestellt sind und sich mehr oder weniger gegen dieselbe zuspitzen. Diese Zellen sind sehr gross, deutlich kernhaltig mit Kernkörperchen und sehr stark granulirt. Gegenüber den Zellen der äusseren Schicht zeichnen sie sich nicht mehr durch eine dunklere Färbung aus, vielmehr sind sie heller als letztere und haben auch mehr Zwischensubstanz zwischen sich. Der Uebergang dieser inneren Schicht in die äussere erfolgt auch hier allmählig, indem die Zellen sich unregelmässiger anordnen und kleiner und etwas dunkler werden. Gleichzeitig gestalten sie sich auch etwas unregelmässiger, sie sind theils dreieckig, theils unregelmässig viereckig, schöne, runde Kerne aber mit deutlichen Kernkörperchen lassen sich überall an ihnen wahrnehmen. Wir haben hier also ein Verhalten, wie es bei den Säugethieren besteht, nämlich dass die Zellen von der *chorda* gegen die Peripherie des Wirbels an Grösse und regelmässiger Anordnung ab-, an Färbung dagegen zunehmen. Ob nun aber wie bei den Säugethieren, so auch hier die innerste Zellenpartie den chordalen Wirbelkörper ausmacht, wage ich nicht zu entscheiden, dazu bedarf es noch genauerer Untersuchungen, man muss verfolgen, in welchem Verhältniss sie zu der ursprünglich ringförmig um die *chorda* abgelagerten Schicht, dem chordalen Wirbelkörper, steht. Die Ausdehnung dieser inneren Schicht ist nicht im ganzen Wirbel dieselbe, vielmehr ist sie in der Längenmitte des Wirbels, wo ihre Zellen zugleich am grössten

sind, am beträchtlichsten. Gegen die Wirbelenden nimmt sie an Mächtigkeit, so wie auch ihre Elemente an Grösse und Aufhellung ab, um schliesslich in eine rundliche, dunklere Zellenmasse überzugehen, deren Elemente klein und dicht zusammengedrängt sind. Am Ende der Wirbel lassen sich keine zwei Schichten mehr unterscheiden, vielmehr sind die Zellen in der ganzen Dicke an Gestalt und Anordnung einander fast gleich, nur dass gegen die Peripherie zu eine geringe Grössenabnahme stattfindet und die Färbung etwas dunkler wird.

Ich bin der Ansicht, dass man jene ringförmig angeordnete, grosszellige innere Knorpellage des Wirbelkörpers nicht als chordalen Wirbelkörper ansehen darf, vielmehr glaube ich, dass das Eintreten dieser Veränderung im Innern des Wirbels nur ein Symptom der bevorstehenden Verknöcherung ist, d. h. ein Vorstadium derselben. Haben nämlich diese Zellen eine bedeutende Grösse erreicht, so sind sie keines weiteren Wachsthums fähig, es geht nun ein anderer Process mit ihnen vor, und zwar wird durch Aufnahme von Kalksalzen die Verknöcherung eingeleitet. Für ein solches Verhalten spricht entschieden der Umstand, dass wir nach begonnener Verkalkung (Fig. 6 u. 7) in der Nähe derselben die Zellen stets sehr gross, sehr hell, stark granulirt und mit deutlichem runden Kern und Kernkörperchen versehen finden, ganz ebenso, wie wir es bei dieser inneren Schicht antreffen. Schon die Dickendifferenz dieser Schicht im Verlaufe des Wirbels spricht dafür, dass man sie nicht als identisch mit dem chordalen Wirbelkörper ansehen darf. Das Perichondrium ist in diesem Stadium ziemlich stark, seine Zellen sind spindelförmig, dicht zusammengedrängt und setzen sich scharf gegen den knorpligen Wirbel ab.

Was nun die Intervertebralräume betrifft, so zeigen dieselben ein ähnliches Verhalten wie im jüngsten Stadium. Die kleinen Zellen liegen dicht neben einander, lassen nur wenig Zwischensubstanz zwischen sich und sind dunkel gefärbt. Auch ihre Gestalt und Anordnung ist wie im jüngsten Stadium, nur die der *chorda* zunächst gelagerten Zellen sind nicht ringförmig angeordnet, sondern liegen unregelmässig durch einander und sind etwas aufgelockert. Auf letzteres komme ich später wieder zurück.

Gehen wir jetzt zu den Kreuz- und Lendenwirbeln über, so gestalten die Verhältnisse des Wirbelkörpers sich nicht wesentlich anders, abgesehen davon, dass die Verknöcherung an letzteren im Entstehen begriffen ist. Die *chorda* zeigt gleichfalls intervertebrale Einschnürungen. Die Intervertebralräume dagegen haben sich ganz anders gestaltet, wir finden nicht mehr diese massenhafte Zellanhäufung vor, vielmehr sind sie am Sakraltheile kaum noch durch eine geringe Ver-

dichtung der Zellen angedeutet. Der Sakraltheil zeichnet sich schon früh durch eine geringe Differenzirung der intervertebralen Stücke aus (GEGENBAUR), er bleibt auch, entsprechend der späteren vollständigen Verwachsung der Wirbel unter einander, auf einer niederen Stufe stehen. Die ursprüngliche starke Zellwucherung, die wir am 6. Tage noch sehr stark sehen, dient dazu, das Längenwachsthum der Wirbel zu vermitteln. Ein ähnliches Verhalten, wie hier im Intervertebralraum, sehen wir auch an den Halswirbeln. Die starke Zellanhäufung, die, wie erwähnt, die Grenze zwischen den beiden Querfortsätzen und dem *processus costalis* bildet, verschwindet mit dem weiteren Wachsthum der Wirbel auch fast ganz.

An den Hals- und Brustwirbeln endlich ist die Entwicklung der Wirbel am weitesten vorgeschritten. Die *chorda* ist weit schwächer als am Schwanze und besitzt, was auch GEGENBAUR erwähnt, eine dreifache Einschnürung, die stärkste im Intervertebralraum und zwei schwächere an den Wirbelenden (Fig. 6 u. 7). Ursache hiervon sind starke Wucherung der Zellen, die sich im Intervertebralraum leicht erklärt, schwieriger dagegen an den Wirbelenden. In Folge dieser Wucherung der umliegenden Knorpelzellen sind die Elemente der *chorda* an den eingeschnürten Stellen stark zusammengedrängt und gleichen mehr einer Detritusmasse. Mässig gut erhalten, wenn auch klein, sind sie noch in der Mitte des Wirbels, wo die *chorda* am stärksten ist. Dem entsprechend ist sie auf Querschnitten, die durch die Mitte des Wirbels gelegt sind, auch noch fast rund oder leicht oval mit längster senkrechter Achse, gegen das Ende der Wirbel und in den Intervertebralräumen fand ich sie nicht, wie GEGENBAUR angiebt, platt und bandartig, sondern von wechselnder Gestaltung, und zwar meistens ganz dreieckig, selten wie GEGENBAUR sie beschreibt. Einmal sah ich sie an der vorderen Brustwirbelsäule in der Nähe des Intervertebralraums platt mit längster horizontal liegender Querachse. Die Gestalt der *chorda* ist durch die ungleich starke Wucherung der anliegenden Zellen bedingt, sie wird daher, wie zu erwarten, nicht im Verlaufe der ganzen Wirbelsäule dieselbe sein können.

Die Intervertebralräume verhalten sich an den Hals- und Brustwirbeln im Allgemeinen noch wie an den Schwanzwirbeln, nur findet sich um die *chorda* herum eine starke Auflockerung und Aufhellung der Zellen, die mit der weiteren Entwicklung der Wirbel noch stärker wird (Fig. 8 *C C*). Diese Thatsache hat zuerst G. JAEGER[1]) näher gewürdigt und für die Vögel bewiesen, dass aus diesen Auflockerungen die *ligg. suspensoria* hervorgehen. Gleichzeitig demonstrirte er die

---

[1]) Berichte der k. k. Akademie. Wien 1858. Bd. 33.

Identität der *ligamenta suspensoria* mit dem *nucleus pulposus* der Säugethiere. Von letzterem haben auch wir in unserer früheren Arbeit behauptet, dass er aus einer Zellauflockerung um die *chorda* herum hervorgehe und nicht ein Umwandlungsproduct der letzteren sei, wie man früher allgemein annahm. Die *chorda* geht vielmehr wie bei den Säugethieren, so auch bei den Vögeln im Intervertebralraum gänzlich zu Grunde. Hierüber kann gar kein Zweifel sein, denn dass sie wenigstens normal nicht mit zur Bildung der *ligg. suspensoria* verwendet wird, ersieht man daraus, dass sie selbst da, wo sie nur noch als ganz feiner Strang durch den Intervertebralraum hindurchzieht, durch eine deutliche *elastica* von den umliegenden Knorpelzellen getrennt ist. Dagegen glaube ich nicht, dass wie bei den Säugethieren so auch bei den Vögeln diese Zellauflockerung um die *chorda*, die später zum *lig. suspensorium* wird, den ganzen chordalen Wirbelkörper repräsentirt, ihrer Ausdehnung nach kann sie vielmehr nur ein Theil desselben sein. Dies müssen spätere Untersuchungen genauer feststellen. Die *ligg. suspensoria* sind den Vögeln eigenthümliche Bänder, die zwischen je zwei Wirbelenden in den Gelenkhöhlen ausgespannt sind, etwas Aehnliches findet sich nur bei manchen Reptilien, wie denn die Vögel sich in Bezug auf die Verwendung der Intervertebralknorpel sehr eng an letztere anschliessen, besonders an die Crocodile. Ueber die Verwendung der *chorda* im Wirbelkörper stimme ich mit Gegenbaur, der sie in Knorpelgewebe übergehen lässt, vollkommen überein.

Die Verknöcherung war, wie erwähnt, in diesem Stadium eingetreten und ziemlich weit vorgeschritten, nur in den Sakral- und Schwanzwirbeln fehlte sie noch. Die grösste Ausdehnung hatte sie in den Halswirbeln, wo sie auch zuerst auftritt, nach Gegenbaur um den 12. Brüttag. Sie tritt zunächst in der Längenmitte des Wirbelkörpers, und zwar meistens central (Fig. 6 u. 7 *v*), seitlich von der *chorda*, auf, doch nicht dicht an der *elastica*, sondern von ihr durch eine Reihe grosser, heller, ringförmig angeordneter Zellen getrennt. Ich sage die Verknöcherung tritt meistens central ein, denn einmal sah ich an einem der ersten Halswirbel einen peripherischen Verkalkungspunkt, ein centraler existirte nebenbei nicht. Dass die centralen und peripherischen Knorpelpartien beide einen selbständigen Knochenpunkt haben, kommt nach meiner Erfahrung nicht vor, ich glaube auch nicht, dass je eine derartige Beobachtung gemacht ist. Von dem Centrum breitet sich die Verkalkung dann rasch weiter gegen die Peripherie des Wirbels aus, und zwar am schnellsten an den letzten Halswirbeln. Die der Verkalkung zunächst liegenden Zellen zeigten stets dasselbe Verhalten wie jene grossen, hellen Zellen, die, wie erwähnt, am Schwanze den Kern des Wirbels ausmachen, auch hier werden sie stark granulirt und sind mit

schönem runden Kern und Kernkörperchen versehen (Fig. 6 u. 7). Die Verknöcherung schreitet jedoch von dem ursprünglichen Verknöcherungspunkt nicht gleichmässig nach allen Richtungen fort, vielmehr dringt sie zunächst um die *chorda* herum bis etwa zum ersten und letzten Viertel der Wirbellänge vor und geht an dieser Stelle rascher gegen die Peripherie des Wirbels vor als in der Mitte des Wirbels. Hier an diesen Stellen, wo der Verkalkungsprocess sich zunächst begrenzt, finden sich auch die Einschnürungen der *chorda*. Möglich ist, dass hier entsprechend dem schnelleren Umsichgreifen der Verkalkung vorher auch eine stärkere Wucherung der Knorpelzellen statthat und dadurch die Einschnürungen entstehen. Zu erwähnen ist noch, dass besagte Einschnürungen nur an den Hals- und Brustwirbeln vorkommen. Die Bogen verknöchern selbständig.

Betrachten wir schliesslich noch ein 2 Tage älteres Stadium, so schliessen sich die Befunde sehr eng an das vorhergehende Stadium an, nur ist die Verknöcherung bedeutend vorgeschritten und fehlt nur noch an den Schwanzwirbeln. Das einzige, was in Betreff der Wirbelkörper etwa noch erwähnenswerth ist, ist, dass die Vergrösserung und Aufhellung der Knorpelzellen an den Schwanzwirbeln sich fast über die ganze Ausdehnung der 2 inneren Viertel der Wirbel und zwar bis zur Peripherie erstreckt, eine gewisse Grössenabnahme erfolgt allerdings gegen die Peripherie zu. Die Intercellularsubstanz ist in dieser hellen Knorpelpartie sehr reichlich. Die Zellen, die die Wirbelenden constituiren, sind in Längsreihen, die der Trennungslinie des Wirbels vom Intervertebralraum entspricht, angeordnet. Sie sind weit kleiner und dunkler.

Die *chorda* ist in diesem Stadium an einigen Halswirbeln schon fast vollständig abgeschnürt, und zwar beginnt die Abschnürung meistens früher im Intervertebralraum als an den Wirbelenden, obwohl auch Ausnahmen vorzukommen scheinen. Gegen den Schwanz zu nimmt die Stärke der Einschnürungen successive ab. Die Gestalt der *chorda* an letzteren Partien zeigte sich auch durchaus nicht überall gleich, im Gegentheil war sie sehr verschieden, doch überwog die dreieckige, bandartig sah ich sie nirgends, nur am Schwanze hatte sie die Form eines gleichseitigen Dreiecks mit kleiner Basis und abgerundeten Ecken.

Der wichtigste Vorgang, der in diesem Stadium eingetreten war, ist, dass es hier an der Hals- und Brustwirbelsäule zur Bildung von Gelenken gekommen war. Am Sakraltheile war die intervertebrale Zellanhäufung vollständig geschwunden, an dem Schwanze dagegen bestand sie fort, hier kommt es auch ja nie zur Bildung von Gelenken, vielmehr gehen jene dichten Zellen später wie bei den Säugethieren in

einen *annulus fibrosus* (G. Jaeger) über. Ob dieser *annulus fibrosus* einen *nucleus pulposus* besitzt, weiss ich nicht, wenigstens wird der letztere, wenn vorhanden, nicht so ausgedehnt sein als bei den Säugethieren, denn die perichordale Zellauflockerung, aus der er hervorgeht, war am Schwanze wenig ausgesprochen. Es wäre allerdings möglich, dass sie in der weiteren Entwicklung noch stärker wird, darüber habe ich keine Untersuchungen anstellen können.

Die Wirbelgelenkbildung kommt dadurch zu Stande, dass in den Intervertebralräumen eine Auflockerung und Resorption von Zellen in bestimmten Richtungen vor sich geht. Je nachdem nun diese Zellresorption nur in einer oder in zwei hinter einander liegenden Lagen stattfindet, kommt es zur Bildung einer einfachen Gelenkhöhle, oder gleichzeitig eines Zwischenwirbelbandes, letzteres ist an den Halswirbeln der Fall. Die Zellresorption schreitet von der Peripherie gegen das Centrum vor, doch dringt sie nur bis zu jener perichordalen Zellauflockerung, dem späteren *ligamentum suspensorium*, vor. Letzteres bleibt auch mit dem Zwischenwirbelbande, wo es zur Bildung eines solchen kommt, in continuirlicher Verbindung, ein Verhalten, das nach G. Jaeger durchs ganze Leben fortbestehen soll. Auch das Perichondrium bleibt von der Gelenkbildung unberührt, es spannt sich somit von einem Wirbel direkt zum nächstfolgenden hinüber, und hängt continuirlich mit einem etwa vorhandenen Zwischenwirbelbande zusammen. Letztere zeigen ein ähnliches Verhalten wie die Menisci am Kniegelenk, sie bestehen nämlich aus zwei seitlichen Hälften, die sich von aussen nach innen keilförmig zuspitzen. Barkow hat, so viel mir bekannt, ihre Existenz zuerst nachgewiesen und später G. Jaeger ihr Vorhandensein bestätigt und genauere Untersuchungen über ihr Vorkommen angestellt. Dass die Zwischenwirbelbänder aus zwei Menisci bestehen, lässt sich leicht durch senkrechte (Fig. 8) und horizontale Längsschnitte (Fig. 7) constatiren, natürlich bekommt man sie nur an letzteren zu Gesicht (*i*), vorausgesetzt, dass erstere Schnitte gerade durch die Mitte des Wirbels gemacht sind. Eine ähnliche Gelenkbildung findet auch bei den Crocodilen statt, so dass die Vögel sich darin eng an letztere anschliessen. Das *ligamentum suspensorium* soll bei ihnen durch einen starken Knorpelstrang repräsentirt sein.

Wenn meine Untersuchungen wegen Mangels an Material und Zeit leider auch sehr unvollkommen geblieben sind, so geht doch so viel daraus hervor, dass die Vögel sich allerdings eng an die Reptilien anschliessen, doch auch in mancher Beziehung schon höher differenzirt sind als diese und einen Uebergang zu den Säugethieren bilden. Habe ich auch nicht viel Neues zu Tage gefördert, so hat meine Arbeit doch vielleicht

den Erfolg, dass neue Untersuchungen durch sie angeregt und tüchtigere Kräfte zu umfangreicheren Resultaten kommen.

Am Schlusse dieser Arbeit komme ich noch der angenehmen Pflicht nach, Herrn Dr. Hasse, der bereitwilligst für die Herbeischaffung des Materials sorgte und auch sonst mir mit Rath stets zur Seite stand, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Halswirbel eines 5-tägigen Hühnerembryo. Querschnitt.
ch. chorda dorsalis.
e. elastica.
a. chordaler Wirbelkörper.
b. äussere, skeletbildende Schicht.
c. processus costarius.
d. Zellanhäufung zwischen letzterem und dem unteren Querfortsatze.
p. Perichondrium.

Fig. 2. Halswirbel desselben Embryo. Querschnitt.
Bezeichnung wie in Fig. 1.
f. platte, der *elastica* dicht anliegende Zellenreihe.

Fig. 3. Brustwirbel desselben Embryo. Verticaler Längsschnitt.
Bezeichnung wie oben.
i. Intervertebralraum.

Fig. 4. Schwanzwirbel desselben Embryo. Querschnitt.
Bezeichnung wie oben.

Fig. 5. Schwanzwirbel eines 9-tägigen Embryo.
Bezeichnung wie oben.
f. Querfortsatz.

Fig. 6. Halswirbel desselben Embryo. Horizontaler Längsschnitt.
ch. chorda dorsalis.
i. lig. intervertebrale.
v. beginnende Verknöcherung.

Fig. 7. Halswirbel desselben Embryo. Verticaler Längsschnitt.
Bezeichnung wie in Fig. 6.

Fig. 8. Halswirbel eines 12-tägigen Embryo. Verticaler Längsschnitt.
c. Zellauflockerung um die *chorda* herum.
Die übrige Bezeichnung wie in den beiden letzten Figuren.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

XIV.

Beobachtungen über die Schwimmblase der Fische.

Von

Dr. C. Hasse.

Mit Tafeln XXVII. XXVIII.

Bei meinen Untersuchungen über das Gehörorgan der Fische, die mit Bezug auf die Morphologie eine wesentliche Stütze in den classischen Untersuchungen E. H. WEBER's 1) und in denen von BRESCHET 2) fanden, wurde ich auf ein Verhalten des von WEBER zuerst bei den *Cyprinoiden* beschriebenen *sinus impar* aufmerksam, das in Widerspruch mit den bisher gültigen, von ihm begründeten Anschauungen stand. Ich vermochte denselben bei *Cyprinus carpio* und *orfus* nur als eine quer vor der knöchernen Deckplatte des *cavum sinus imparis* gelegene, kurze Verbindungsröhre zwischen den beiden *sacculis* zu constatiren und es gelang mir nicht, eine Fortsetzung derselben bis an das *atrium sinus imparis*, der Stelle der Einfügung der mit der Schwimmblase in Verbindung stehenden, sogenannten Gehörknöchelchen zu entdecken. Auf Grund dieses Befundes wagte ich es, einige bescheidene Zweifel an die Richtigkeit der Deutung des Knöchelchenapparates der Schwimmblase als Gehörknöchelchen zu äussern und denselben dagegen eine Function zu vindiciren, die ich dahin präcisirte, dass wir es möglicherweise mit einem Apparate zu thun hätten, der im Stande wäre, direct den Fischen den Füllungszustand und die Ausdehnung der Schwimmblase zum Bewusstsein zu bringen, um danach entweder den Grad des Steigens oder Fallens zu bemessen und somit den Druck der auf dem Körper lastenden Wassersäule zu vermindern oder zu vermehren, oder die Luft durch die Mundhöhle entweichen zu lassen. Die Thatsache, auf die ich diese Hypothese

1) De aure animalium aquatilium. 1820.

2) Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'oûie des poissons. 1838.

stützte, bestand darin, dass bei der Ausdehnung der Schwimmblase durch den Druck des als *stapes* bezeichneten Knochens, ein Druck auf die im *atrium sinus imparis* befindliche lymphatische Flüssigkeit ausgeübt würde, der sich dann durch die im *cavum sinus imparis* befindliche auf die *basis cerebri* geltend macht. Diese von mir entwickelte Anschauung stellte ich jedoch nur als eine vorläufige hin, die erst durch weitere Untersuchungen eine Stütze oder eine Berichtigung erfahren müsste und ich konnte dieselbe auch schon aus dem Grunde nur als eine vorläufige hinstellen, da meine Beobachtungen sich nur auf einen Bruchtheil der mit einer Schwimmblase versehenen Fische erstreckten, während Weber's Untersuchungen, die eine Bestätigung von Seiten der gleichzeitigen, ausgezeichneten Forscher Bojanus [1]) und Treviranus [2]), und später von Breschet [3]) nach allen Richtungen hin erfuhren, weit ausgedehnter sich über die verschiedensten Classen erstreckten.

Des Unzureichenden meiner eigenen Untersuchungen mir wohl bewusst, habe ich mich, sobald es meine Zeit erlaubte, bestrebt, die Lücken auszufüllen und weitere Erfahrungen zu sammeln, und um so mehr, da E. H. Weber mit dankenswerther Freundlichkeit mich brieflich aufforderte, die Beobachtungen thunlichst bald wieder aufzunehmen und zugleich an der Hand seiner reichen Erfahrungen die Lücken aufdeckte. Ich erlaube mir hiermit dem hochbetagten Forscher für seine freundliche Aufmerksamkeit meinen innigsten Dank abzustatten. Dieselbe war mir ein Sporn zur Anwendung der äussersten Sorgfalt, die um so nöthiger, da es sich um eine Ansicht handelte, die von sämmtlichen Forschern adoptirt sich unbestrittene Geltung erworben hat und auch verdient, da sie auf einer Arbeit basirt, deren sich wenige, was Feinheit der Beobachtung und Sicherheit in den Schlussfolgerungen betrifft, an die Seite stellen können.

Von vorn herein gegen meine Ansicht, dass die Schwimmblase keine wesentlichen Beziehungen zum Gehörorgane besässe, sprechend, musste das Verhalten bei den *Clupeiden* erscheinen, bei denen ja E. H. Weber und nach ihm vor allen Dingen Breschet nachgewiesen, dass dasselbe dem vorderen Ende der Blase ohne Vermittelung von Knöchelchen angelagert sei. Ich bin daher vor allem anderen bemüht gewesen, das nähere Verhalten der Schwimmblase zu dem Gehörapparate bei diesen Thieren zu ergründen und habe mich zu dem Ende *Clupea harengus* und *alosa* bedient, ausserdem aber auf's Neue *Cyprinus carpio* und *orfus* und vor allem auch die so sehr interessanten Schlammpaitzger,

1) Isis 1821.
2) Göttinger gelehrte Anzeigen. 1821.
3) l. c.

Cobitis fossilis und *barbatula*, untersucht. Sehr bedaure ich, dass *Sparus* mir nicht zu Gebote gestanden.

Um nun gleich das Resultat, zu dem ich gekommen, voranzustellen, so habe ich gefunden, dass ein *sinus impar* in der Weise, wie E. H. Weber und die Forscher, die nach ihm untersucht (Treviranus, Bojanus, Breschet), bei den *Cyprinoiden* und *Cobitis fossilis* und *barbatula* angenommen, nicht existirt, sondern ich habe das Verhalten wie früher gefunden. Somit ist es mir auch nicht gelungen, das Herantreten des *sinus* an das *atrium sinus imparis*, den Ort der Einfügung der Knöchelchen der Schwimmblase zu bestätigen. Ferner habe ich mich auch bei den *Clupeiden* von der Anlagerung des Gehörorganes an das vordere Ende der Schwimmblase nicht überzeugen können, und eben so wenig von der queren Verbindung desselben mit dem der anderen Seite an der Schädelbasis, sondern es findet sich zwischen beiden, ähnlich wie bei den *Cyprinoiden*, zwischen *atrium sinus imparis* und den Knöchelchen der Schwimmblase einerseits und andererseits dem *sinus impar*, ein eigenthümlicher Lymphraum. Ich glaube mich daher berechtigt, vor allem bei denjenigen Thieren, die wie die *Cyprinoiden* und *Cobitis* die Reihe der Knöchelchen besitzen, an meiner früher geäusserten Hypothese festhalten und die ausschliessliche Function derselben als Gehörknöchelchen in Zweifel ziehen zu dürfen, jedoch halte ich mich nach den Untersuchungen, namentlich bei den *Clupeiden*, nicht durchaus für berechtigt, jede Beziehung der Schwimmblasse zum Hören zu negiren. Dieselbe halte ich aber bis auf Weiteres für untergeordneter Natur.

Stehen nun so meine Resultate mit Bezug auf das Gehörorgan mit den seit E. H. Weber gültigen Ansichten in Widerspruch, so schätze ich mich auf der anderen Seite glücklich, demjenigen, was er über die Schwimmblase und den Knöchelchenapparat derselben kennen gelehrt, wie alle übrigen Forscher bis auf wenige Puncte vollkommen beistimmen zu können, und je eingehender ich mich mit dem Gegenstande beschäftigte, desto mehr wuchs meine Hochachtung vor einem Forscher, der auf diesem, wie auf so manchem anderen schwierigen Gebiete für alle Zeiten Dauerndes geschaffen und seinem Jahrhundert vorangeleuchtet.

Wenden wir uns zunächst zu den Verhältnissen der Schwimmblase bei *Cyprinus carpio* und *orfus*, die sich, wie ich gefunden, in Nichts von einander unterscheiden, so wüsste ich, was Form, Lage und Verbindung der beiden Abtheilungen unter einander und zu dem Nahrungstractus, ferner, was die Zusammensetzung derselben betrifft, nichts Neues dem hinzuzufügen, was vor allem seit Weber's genauen Untersuchungen bekannt. Es möchte nur vielleicht von Interesse sein, etwas näher die Verbindung der Schwimmblase mit dem Knöchelchenapparate in's Auge zu fassen und namentlich das Verhältniss des *peritoneum* zu derselben

eingehender zu betrachten. Namentlich mit Bezug auf Letzteres glaube ich einiges Neue und von Weber's Darstellung Abweichendes beibringen zu können.

Bekanntermassen unterscheidet man an der Schwimmblase eine stärkere fibröse *tunica externa* (Taf. XXVII Fig. 1 *e*) und eine zartere *interna* (Taf. XXVII Fig. 1 *f*), welche erstere namentlich in der vorderen Abtheilung derselben in einem lockeren Zusammenhange mit der letzteren steht. Dies ist jedoch nicht überall der Fall. An dem vorderen Ende der Blase, welches sich an die hintere Fläche der gewöhnlich bei *orfus* zu einer dreiseitigen, unter dem fünften Wirbel senkrecht stehenden Platte vereinigten Fortsätze des dritten Wirbels (Taf. XXVII Fig. 2 *a*), die nur in der Mittellinie durch eine Naht ihre Zusammensetzung aus zwei Hälften zeigt, anlegt, findet eine innige Vereinigung der beiden Häute und zwar in der Mitte der Platte statt. Diese besitzt zuweilen, jedoch nicht immer, eine runde Oeffnung (Taf. XXVII Fig. 2 *a*) und an dieser Stelle sieht man an der Innenwand der Schwimmblase, als Ausdruck der Verdickung der Wandung einen weissen, rundlichen Fleck (Taf. XXVII Fig. 1 *g*). Diese beruht, abgesehen von der Vereinigung der beiden Häute der Schwimmblase, auf einer innigen Verbindung der äusseren Haut mit der Mitte der Knochenfläche, resp. den Rändern des Loches. Diese vorne zur Befestigung der Schwimmblase dienende Knochenplatte entsteht also durch die Vereinigung der Hämapophysen des dritten Wirbels, die anstatt wie die übrigen bogenförmig gekrümmt, abwärts zu verlaufen und ohne eine Gliederung in *spinae haemales* oder Rippen und seitliche Fortsätze, eigentliche Hämapophysen zu zeigen, an der Seitenfläche des Wirbelkörpers entspringen (Fig. 3), nach hinten abwärts von den Hämapophysen und Rippen des vierten Wirbels sich erstrecken, unter diesen (Fig. 2, Fig. 3 *d*) einen einer Rippe ähnlichen Fortsatz bogenförmig gekrümmt abwärts schicken, um sich dann, wie gesagt, unter dem fünften Wirbel zu vereinen. Während der Kreuzung mit der vierten Rippe werden sie mit dieser durch Bandmassen vereinigt (Fig. 2). Ausser dieser Anheftung des vorderen Endes der Schwimmblase kommt dann noch zu beiden Seiten der Basis der dreieckigen Platte die Verbindung derselben mit der Spitze der modificirten Hämapophyse des zweiten Wirbels, speciell des *malleus* (Fig. 2 *b*, Fig. 3 *d*) zu Stande. Diese, die wie die des dritten Wirbels unter die Hämapophyse des vierten, sowie unter die des folgenden (Fig. 2 *e*) nach hinten gekrümmt erscheint, heftet sich mit ihrer nach innen gekrümmten Spitze nach aussen von der Befestigungsplatte an die *tunica externa* der Schwimmblase an, ist in die Fasermasse derselben eingesenkt und hebt sie ein wenig trichterförmig in die Höhe. Sie folgt jeder Bewegung derselben, und da sie mittelst des *processus articularis mallei* (Weber) an der Seitenfläche des Wirbelkörpers articulirt, so dreht

sie sich um ihn als Hypomochlion, so dass dieselbe nach aussen und innen Excursionen zu machen im Stande ist.

Ausser diesen Befestigungsmitteln der Schwimmblase haben wir noch das *peritoneum* in Betracht zu ziehen, das wenigstens an der vorderen Hälfte der Schwimmblase, auf die ich vorzugsweise Rücksicht genommen und die ja auch, wie K. E. v. Baer wahrscheinlich gemacht, einen ganz anderen Entwicklungsmodus wie die hintere hat und somit genetisch von ihr geschieden ist, dieselbe vollkommen einhüllt. Bei den von mir untersuchten *Cyprinen* habe ich nie gesehen, dass, wie Gegenbaur in den meisten Fällen anzunehmen scheint, nur die untere Fläche bedeckt ist. Ich schliesse mich demnach vollkommen E. H. Weber an, wenn er sagt: »*omnem vesicam peritoneum involvit*«. Es bedarf jedoch dieses Verhalten einer näheren Ausführung. Das die Wände des Bauches bekleidende *peritoneum*, das zuweilen auf seiner Innenfläche eine stark pigmentirte Lamelle zeigt und ein vielfach unterbrochenes *mesenterium*, als feine durch den Bauchraum gespannte Fäden zu den übrigen Eingeweiden, namentlich den Darm schickt, spaltet sich (Fig. 1 *cd*) an der Mitte der Seitenflächen der Schwimmblase in zwei Blätter, von denen das untere, stärkere mit der Pigmentlamelle über den unteren Theil der Seitenwand und über die Unterfläche der Blase zieht und nur locker mit der *tunica externa* verbunden ist, während das obere den oberen Theil der Seitenwand und die Oberfläche einerseits, die an der Bauchfläche der Wirbel gelegenen Theile, Gefässe (Fig. 1 *h*), ferner Rippen, Muskeln und die daran gelagerten Intercostalnerven andererseits überzieht. Dieses Blatt ist sehr zart, und namentlich auf der Mitte der Rückenfläche der Blase inniger mit der *tunica externa* verbunden. Umschliessen nun diese beiden Blätter des Bauchfelles als dicht anliegende Hülle den grössten Theil der vorderen Schwimmblase, so sehen wir dagegen, wie im Bereiche der vierten und fünften Rippe, am vorderen Ende der Schwimmblase, lateralwärts vom Rande der Befestigungsplatte, unterhalb der Spitze des *malleus* das obere Blatt von der *tunica externa* sich abhebt und dann auf der oberen Fläche des *malleus* unter der Hämapophyse des dritten Wirbels weiter nach vorne zieht. Dieser von der Schwimmblase abgehobene Theil des oberen Bauchfellblattes erscheint äusserst zart und lässt sich beim Präpariren des ventralen Endes des *malleus* nur schwer von den Intercostalräumen aus zu Gesicht bringen. Der Raum, der somit (Fig. 1) zwischen dem *peritoneum* und dem vorderen Ende der Schwimmblase, zu beiden Seiten der Befestigungsplatte der *vesica*, unter und hinter der Spitze des *malleus* besteht und der nur als eine Erweiterung des perivesicalen, von der Peritonealhülle gebildeten, capillaren Raumes anzusehen ist, der dann wieder durch Lücken im Bauchfelle mit dem *cavum abdominis* überhaupt in Verbindung steht, zeigt sich von einem ölhalti-

gen Gallertgewebe erfüllt, wie wir solches von der Schädelhöhle und aus der Gehörkapsel der Fische kennen. Dieses war dort Ausfüllungsmasse des epi- oder pericerebralen Lymphraumes. Schon diese äussere Aehnlichkeit des Gewebes musste den Gedanken nahe legen, dass wir es auch hier mit einem dem Lymphgefässsysteme zugehörigen Raume, einem *saccus lymphaticus vesicae* zu thun haben und ich richtete nun mein Augenmerk vorzugsweise auf die Verbindung dieses Raumes mit anderen, die man mit Fug und Recht als lymphatische zu bezeichnen im Stande ist.

Eine solche Verbindung nachzuweisen, gelingt nun in der That und es weist darauf das Herantreten des oberen Bauchfellblattes an die Oberfläche des ventralen Theiles des *malleus* hin, im Zusammenhalt mit den Beziehungen, die die von Weber sogenannte *fossa auditoria,* auf die ich alsbald zu sprechen komme, zur oberen Fläche dieses Knochens zeigt. Das *peritoneum* setzt sich in die Wand dieses Raumes, freilich unter Veränderung seiner Textur fort und so finden wir denn, dass der Hohlraum der *fossa auditoria* oberhalb des hinteren Theiles des *malleus* in Verbindung mit dem Lymphsacke der Schwimmblase steht und dass das ölhaltige Zellgewebe dieses eine Fortsetzung des gleichen Gewebes im Raume der *fossa auditoria* ist. Somit bedarf nach meiner Ansicht die Behauptung von Weber, dass der *liquor oleosus* der *fossa auditoria* nicht in den Bauchraum abfliessen kann, eine Modification. Es ist wohl richtig, dass eine directe Verbindung der *fossa auditoria* mit dem Bauchraume nicht vorhanden ist und somit die Flüssigkeit nicht aus dieser direct in jenen strömen kann, wohl aber kann man, meine ich, eine indirecte Verbindung in sofern statuiren, als wir ja wissen, dass das *peritoneum* nicht überall fest mit der *tunica externa* der Schwimmblase verbunden, sondern nur mehr oder minder locker angeheftet erscheint, so dass sich eine Flüssigkeit wohl zwischen beiden ausbreiten kann. Weiterhin könnte sie auch unter Umständen in den Bauchraum treten, da das *peritoneum,* wie mir scheint, constant, namentlich an der hinteren Hälfte der Schwimmblase, an der unteren Fläche Lücken zeigt. Ob nun freilich die Flüssigkeit unter gewöhnlichen Verhältnissen in der ganzen Ausdehnung des peritonealen Raumes sowohl der Schwimmblase, als des *cavum abdominis* sich ausbreitet, möchte wohl sehr in Frage stehen, wenn auch, wie gesagt, die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen ist. Sicher ist nur, dass der Inhalt der *fossa auditoria* seine Fortsetzung in dem Inhalte des *saccus lymphaticus vesicae* findet und ich kann mich, wenn auch die Communication sehr eng, dennoch nicht mit Weber einverstanden erklären, dass die Membran der *fossa* sich so innig an den *malleus* anlegt, dass der Raum derselben dadurch abgeschlossen erscheint.

Die *fossa auditoria* (Fig. 4 u. 5), zu deren Schilderung ich mich

jetzt wende, ist bereits von E. H. Weber auf die ausgezeichnetste und zutreffendste Weise geschildert worden. Es ist ein Hohlraum, der an der grossen Oeffnung des Schädels (Fig. 4, Fig. 5 *a*) zu beiden Seiten der Mittellinie des Hinterhauptes ausgehend sich nach hinten und abwärts zu beiden Seiten der Körper der ersten Wirbel, die Gehörknöchelchen mit den ersten Intervertebralnerven (Fig. 4 *d*) grösstentheils vollkommen umhüllend erstreckt und an dem hinteren Ende des *malleus* in den *saccus lymphaticus vesicae* übergeht. Mittelst der Schädelöffnung steht er in weit offener Verbindung mit dem *cavum cranii.* Gebildet wird die *fossa*, die ich als *saccus lymphaticus paravertebralis* bezeichnen möchte, durch eine derbe Bindegewebsmembran (Fig. 4 u. 5 *b*), die an einzelnen Orten, namentlich in der Mitte, sehnenglänzend erscheint und auch, worauf Weber besonders aufmerksam macht, zum Ansatze von Muskelbündeln dient, die von der *spina ossis occipitis* zum zweiten und dritten Wirbel herunterziehen. Sie entspringt in ihrem vorderen Theile etwas zarter vom Umfange der seitlichen Hinterhauptslöcher als Fortsetzung des Periostes und der *dura meninx,* ferner an der Basis der *spinae neurales* der beiden ersten Wirbel oberhalb der Einfügung des *stapes* (Fig. 4, Fig. 5), dann von dem vorderen Rande der Basis der Hämapophyse des dritten Wirbels bis zur Ueberkreuzung mit dem *malleus* (Fig. 4 u. 5) und heftet sich an die Oberfläche der Basen der queren Fortsätze der ersten beiden Wirbel und an den lateralen Rand des hinter ihnen gelegenen Theiles des *malleus,* bis zur Ueberkreuzung mit dem rippenähnlichen Fortsatze der dritten Hämapophyse, unter welchem weg die Membran zart geworden in das obere Peritonealblatt übergeht. Wie schon Weber beschrieben und abgebildet, sind in den Raum der *stapes* (Fig. 3 *f*, Fig. 4 *g*), *incus* (Fig. 3 *e*, Fig. 4) und die vordere Hälfte des *malleus* bis zum Gelenkfortsatze, ausserdem die Wurzeln des ersten, zweiten und dritten Spinalnerven (Fig. 4 *d*, Fig. 5 *d*) mit den zugehörigen Ganglien eingeschlossen, indem der erste zwischen *incus* und *stapes,* der zweite hinter dem *stapes* und beide zusammen hinter dem vorderen Ende des *malleus,* nach hinten abwärts den Raum durchziehen und die Unterwand durchbohren, während der letzte über dem *malleus,* etwas vor dem Gelenkfortsatze ebenfalls nach hinten und aussen durch den Raum zieht. Der nach vorn, innen und oben gerichtete Fortsatz des *malleus* verbindet sich oberhalb des queren Fortsatzes des zweiten Wirbels mittelst einer sehnengleichen, straffen Bandmasse (Fig. 4 *e*) mit der Aussenfläche des *stapes* und wird durch den daran gehefteten *incus* (Fig. 3 *e* u. 4), der nach hinten und innen an der Seitenfläche des zweiten Wirbelkörpers eingelenkt ist, ausgespannt und in der Lage gehalten. Wegen der Befestigungsweise des *incus* am Wirbel und am intermediären Bande ist der *stapes* nur im Stande einen Druck von unten aussen, nach oben

innen auszuüben, dagegen kann der *malleus* den *stapes* nicht nach hinten oder vorne bewegen, oder denselben um die senkrechte Axe rotiren, eine Verbindung, die am *stapes*, einem im Wesentlichen schalenförmigen Knochen, dessen ausgehöhlte Fläche nach oben und innen und ein wenig nach vorne sieht, dadurch ausgeschlossen erscheint, dass derselbe mittelst zweier Fortsätze am ersten Wirbel articulirt, so dass sich derselbe um eine etwas von oben hinten, nach unten vorne gehende Axe bewegen kann, wodurch dann sein oberer, vorderer Rand sich ein- und auswärts bewegt, sich wie eine Thür um die Angel dreht. Wie schon erwähnt, ist die ganze *fossa auditoria*, oder der *saccus lymphaticus paravertebralis* mit einem ölhaltigen Gallertgewebe erfüllt, welches durch das grosse seitliche Hinterhauptsloch continuirlich in das gleiche Gewebe der Schädelhöhle übergeht und als eine einfache Fortsetzung desselben zu betrachten ist.

Abgesehen nun von dieser weiten Communication mit der Schädelhöhle haben wir noch einer Oeffnung gegen die Rückenmarkshöhle hin zu gedenken (Fig. 5 *c*), die oberhalb des Körpers des ersten Wirbels unter den *spinae neurales* oder den *processus spinosi*, an den rudimentären Neuralspangen des ersten Wirbels und hinter denen des Hinterhauptwirbels, den seitlichen Begrenzungsrändern des grossen Hinterhauptloches befindlich ist. Es ist die *apertura externa atrii sinus imparis*, die vollständig von der Schale des *stapes* ausgefüllt wird, deren Ränder zur Anheftung der Membran des *saccus paravertebralis* dienen, oder besser gesagt, an dessen Rändern die Membran desselben in die *dura mater* des Rückgratcanales übergeht. Diese vom *stapes* verschlossene Oeffnung führt in einen Raum (Fig. 5), den man nach dem Vorgange von Weber als *atrium sinus imparis* bezeichnet und der dadurch zu Stande gekommen gedacht werden kann, dass die *dura mater* der Rückenmarkshöhle sich nicht innerhalb der Oeffnung ausspannt, sondern ein wenig sich nach innen gegen das Rückenmark ausbuchtet und sich erst an den Rändern der Oeffnung wieder den Knochen nähert, um dort mit der Membran des äusseren Sackes Verbindungen einzugehen. Dieses Zurückweichen nach innen ist von dem Auftreten eines Knöchelchens begleitet, das am *processus spinosus* des ersten Wirbels entspringend mit seinem schalenförmig ausgehöhlten, unteren Ende von der Decke her in den Raum hineinragt (Fig. 3 *g*, Fig. 4 *h*) und so gestellt ist, dass der äussere Rand der Schale an den oberen des *stapes* anschliesst und die *apertura externa atrii* oben mit schliessen hilft, während der innere Rand und der untere Theil der convexen Innenfläche an die *dura*, die Innenwand des *atrium*, oben anstösst. Die Aushöhlung deckt nur etwa das obere Drittel der Steigbügelaushöhlung. Jede Bewegung des *stapes* muss demnach von einer Bewegung dieses eben geschilderten Knochens, des *claustrum*, be-

gleitet sein, und da der obere Theil sich nach innen, resp. aussen bewegt, muss es das *claustrum* ebenfalls thun und somit den oberen Theil der Innenwand des *atrium*, die *dura* der Seitenfläche des Rückenmarkes nähern, resp. dieselbe davon entfernen. Während sich nun nach unten hin der Raum des *atrium* verkleinert und der untere Rand des die *apertura externa* ausfüllenden Steigbügels nahezu die Innenwand berührt, findet vorne unten eine geringe Vergrösserung desselben einmal dadurch statt, dass der Steigbügelrand vorne weiter lateralwärts liegt, als hinten und dann dadurch, dass die mit der Membran des *saccus paravertebralis* verschmolzene *dura* sich in eine vorne unten befindliche Oeffnung (Fig. 3 *i*, Fig. 5 *c*), die *apertura posterior cavi sinus imparis* trichterförmig einsenkt, um dann die Wände dieses Raumes als Periost auszukleiden. Reisst man die Stapesplatte heraus, so kommt, abgesehen von dem *claustrum* oben, diese nach aussen, oben und hinten sehende Oeffnung sogleich zu Gesicht. Die durch die *dura* und durch die an den Rändern der äusseren Oeffnung mit ihr verschmolzene Sackmembran gebildeten Wandungen des *atrium* sind derb, elastisch, weiss, sehnenglänzend und somit hat hier im Bereiche der Einfügung des *stapes* die harte Haut ihr zartes Gefüge gänzlich verloren und nimmt erst nach vorne gegen die Schädelhöhle und nach hinten im Bereiche des zweiten Wirbels den gewöhnlichen Character einer zarten, pigmentirten Haut wieder an; jedoch zeigt sie dieses feste, derbe Aussehen nicht blos an der *apertura*, sondern auch am Boden und am Dache des Rückenmarkcanales. Es ist eine ringförmige Verdickung der *dura* im Bereiche des ersten Wirbels. Das *atrium* ist mitunter von einer klaren, serösen Flüssigkeit erfüllt, oder umschliesst, worauf ich schon in meiner Abhandlung über das Gehörorgan der Fische aufmerksam machte, eine Fortsetzung des ölhaltigen Gallertgewebes, welches im *cavum sinus imparis* befindlich und durch dessen *apertura posterior* mit demselben zusammenhängt. Niemals aber habe ich eine Fortsetzung des häutigen Gehörorganes innerhalb desselben entdecken können, trotzdem ich auf's Neue alle Sorgfalt auf die Klarstellung dieses Verhältnisses angewandt, und eine solche ampullenförmige Erweiterung des *sinus impar*, wie Bojanus [1]) sie in seiner Fig. 6 *g* so characteristisch darstellt, ist mir nie zu Gesicht gekommen, ebensowenig, wie es mir gelungen, den von ihm und Weber beschriebenen *sinus impar* in der Weise, als Fortsetzung des häutigen Gehörorganes zu sehen.

Die *cavitas sinus imparis* enthält nur das ölhaltige Gewebe, welches überall in der Schädelhöhle angetroffen wird und steht am vorderen Rande der beiden Platten (Fig. 3 *k*), die den Raum zwischen den beiden

1) l. c.

knöchernen Behältern des Sackes und der Schnecke (Fig. 6 *c*) oberhalb der oberen Fläche des Occipitalwirbelkörpers, der in der Mitte am meisten ausgehöhlt erscheint, überbrücken, mit dem *cavum cranii* in Verbindung. Die vordere Oeffnung ist dreiseitig und führt schräg nach abwärts und hinten in den Raum, ebenso wie die hintere schräg abwärts nach vorn in denselben sieht. Zu beiden Seiten der vorderen Oeffnung begeben sich die dicken Nerven (Fig. 3 *n*), die für den Sack und die Schnecke bestimmt sind, in die zur Aufnahme derselben dienende Knochenkapsel, verengen aber gleichzeitig nach oben hin die Apertur, indem sie sich am vorderen Rande der beiden Knochenplatten nahezu berühren und von unten her die bald längere, bald kürzere, quere Verbindungsröhre zwischen den beiden *sacculis* decken (Fig. 3 *m*, Fig. 6 *d*) und so bis auf ein geringes Stück in der Mitte der Unterfläche von dem *cavum* abtrennen. Im übrigen habe ich dem, was ich in der früheren Abhandlung über diese Verbindungsröhre gesagt, nichts hinzuzufügen. Auf einen Umstand möchte ich jedoch aufmerksam machen, der vielleicht geeignet wäre die Differenz zwischen Weber's und meinen Beobachtungen im Wesentlichen auszugleichen, und ich wurde besonders daraut aufmerksam durch eine Aeusserung Weber's, wonach zwischen der Wand des Raumes des *sinus impar* und diesem selbst kein Zwischenraum sich fände und dass der *sinus*, nachdem er sich bei seinem Eintritte in die Schädelhöhle in zwei Canäle getheilt, die sich beiderseits zum vorderen Theile des *sacculus* begeben und sich mit dem Fortsatze des *sacculus* und *vestibulum* vereinigen, dort mit den Canälen nicht sein Ende finde, sondern blind auslaufend in einen *recessus* des *os temporum* sich fortsetze, der bei allen *Cyprinen* vorhanden ist und sich nach vorne oben in der Verlängerung des *sacculus* erstreckt. Dabei macht er mit Recht darauf aufmerksam, dass schon Comparetti [1]) diesen Fortsatz gesehen und abgebildet und bemerkt gleichzeitig, dass ihm der Nutzen dieses Fortsatzes nicht klar sei. Dieser Beobachtung kann ich mich in ihrem Wesen vollkommen anschliessen, nur ist meine Deutung des Verhältnisses eine verschiedene. Das *cavum sinus imparis* ist, wie erwähnt, genau von einer zarten Fortsetzung der *dura* des *atrium* oder der Schädelhöhle ausgekleidet und diese bildet somit einen Sack, der das ölhaltige Zellgewebe umschliesst und nach hinten in das *atrium*, nach vorne in das *cavum cranii* übergeht. Diese *dura* sendet, an der inneren Fläche des vorderen Endes des *sacculus*, mit demselben und mit dem unteren Theile der Verbindungsröhre zwischen *utriculus* und *sacculus* innig verbunden, einen Fortsatz in eine Knochenerweiterung (Taf. XXVII Fig. 6 *e*), der ein wenig nach aufwärts und vorne gerichtet in der Ver-

1) Observationes anatomicae de aure interna comparata. 1789.

längerung des *sacculus* im *prooticum* gelagert ist und den Weber Fig. 9. 31 sehr klar abbildet und dessen Inhalt Comparetti Tab. III, Fig. XXIII sehr schön darstellt. Diesen Fortsatz der *dura* muss man bei der Isolation des häutigen Gehörorganes mit isoliren, da sonst der *sacculus* wegen seiner festen Verbindung mit demselben leicht in seinem zarten, vorderen Theile verletzt wird. Isolirt man nun gleichzeitig mit den beiden Gehörorganen den Sack der *dura* im *cavum sinus imparis,* so bekommt man allerdings ein mit dem *atrium* in Verbindung stehendes, unpaares Säckchen, welches vor der Deckplatte des *cavum* zu beiden Seiten zwei Fortsätze, wenn auch keine Canälchen, gegen die Innenwand des *sacculus* und weiter in den *recessus* des *prooticum* ausschickt und somit ein Bild, welches sehr an die Abbildungen von Weber und Bojanus erinnert. Ist nun dieser Sack der *dura* mit seinen beiden Fortsetzungen, wie ich fast glauben möchte, identisch mit dem *sinus impar* von Weber und dessen beiden Canälchen, so hat weder Weber noch Bojanus, noch irgend einer der nachfolgenden Forscher, und das scheint mir auch aus den Abbildungen hervorzugehen, die eigentliche Commissur, die Verbindungsröhre zwischen den beiden *sacculis,* die an dem vorderen Rande der Deckplatten des *cavum sinus imparis* liegt, gesehen. Es ist mir auch nie gelungen, weder beim vorsichtigen Hineintreiben von Luft, noch von Injectionsflüssigkeit in das *cavum* Luftblasen, oder Flüssigkeit in das Gehörorgan treten zu sehen, nur dann, wenn der Druck der Flüssigkeit, die in's *cavum* injicirt wurde, einigermassen stark wurde, wurde durch das Sprengen der immerhin dünnhäutigen Verbindungsröhre Flüssigkeit hineingetrieben.

Dies das Verhältniss bei den *Cyprinen,* welches sich, wie schon Weber bemerkt, wenigstens was den *sinus impar* und das *atrium* mit seinen Theilen betrifft, direct auf *Cobitis fossilis* übertragen lässt, und ich kann mich somit mit Bezug auf diese Theile kurz fassen. Was ich soeben von dem Verhältnisse des Gehörorganes zum *sinus impar,* zur *cavitas* und zum *atrium* bemerkt, gilt in vollem Masse auch für *Cobitis* (Fig. 7 *i*, Fig. 8 *b*), ja in mancher Beziehung treten hier trotz der Kleinheit der Theile die Verhältnisse noch prägnanter zu Tage, als bei *Cyprinus* und das gilt namentlich von der Commissur der beiden *sacculi* (Fig. 7 *i*, Fig. 8 *b*), die als eine kurze, aber verhältnissmässig weite Verbindungsröhre vor der Deckplatte (Fig. 7 *i*) des *cavum sinus imparis* liegt, das wieder mit einer Fortsetzung des *liquor oleosus* der Schädelhöhle gefüllt erscheint. Was aber das Verhalten der *dura,* des Periostes der *cavitas sinus imparis* betrifft, so gestehe ich, dass es mir nicht gelungen, die beiden Fortsätze gegen die Innenwand des vorderen Sacktheiles, eventuell in einen *recessus* des *prooticum* nachzuweisen, freilich bekenne ich, dass ich nicht genügend auf diesen Punct geachtet, da ich mich überzeugt,

dass ausser der queren Verbindungsröhre, die sich die beiden Gehörorgane entgegenschicken, keine Fortsetzung der Wand desselben nach hinten bis zu den sogenannten Gehörknöchelchen sich findet. Möglich, dass ein *recessus* im *prooticum* und eine darin gelagerte Fortsetzung der *dura* vorhanden, jedenfalls ist der Fortsatz nicht so derb, wie bei den *Cyprinen* und auch nicht so fest mit dem vorderen, mehr stumpfen Ende des *sacculus* (Fig. 8) verbunden, da es verhältnissmässig leicht gelingt, denselben gänzlich unbeschädigt zu isoliren. Als eine geringfügige Differenz gegenüber den *Cyprinen* möchte ich dann noch den Umstand betrachten, dass die *dura mater* Innenwand des *atrium*, namentlich oberhalb des Körpers des ersten und zweiten Wirbels (Fig. 8 *g*) ausserordentlich verdickt erscheint und von zwei hellen, sichelförmig gekrümmten Streifen durchzogen ist, über deren Zusammensetzung mir keine Erfahrungen zu Gebote stehen. Was dann die Schilderung Weber's der seitlichen Hinterhauptslöcher und der Spalte zwischen den *ossa parietalia* betrifft, die alle drei durch Membranen geschlossen sind, so wüsste ich nichts Neues hinzuzufügen.

Was die Schwimmblase und die mit ihr in Verbindung tretenden Knöchelchen angeht, so verdanken wir auch hier Weber eine Beschreibung, die mustergültig weiterer Forschung nur wenige Anhaltspuncte bietet und ich vermag nur wenig beizubringen, was nicht schon von diesem namhaften Forscher gefunden. Das *claustrum*, auch hier in der Decke des *atrium* befindlich und am *processus spinosus* entspringend, steht ebenfalls mit seinem äusseren Rande dem oberen des *stapes* an, der (Fig. 7 *g*, Fig. 8 *f*) vollkommen die *apertura externa atrii* schliesst und mit seiner ausgehöhlten Fläche nach innen oben und vorne sehend die Aussenwand des Vorhofes bildet, während der untere Theil der convexen Innenfläche des *claustrum*, wie bei den *Cyprinen* der Innenwand, der *dura* des Rückenmarkes anliegt. Auch hier entspricht die Aushöhlung des *claustrum* nur zum geringen Theile der des *stapes*, sie correspondirt nur mit dem oberen Drittel. Der *stapes* ist durch ein cylindrisches Knochenstäbchen (Fig. 8 *e*), das ich mit Weber als das Homologon des *incus* der *Cyprinen* auffasse, mit dem vorderen Ende des *malleus* verbunden (Fig. 8 *d*), der sich mittelst eines *processus articularis*, der das Hypomochlion bildet, an die Seite des dritten Wirbelkörpers einlenkt und der sich nach abwärts hinten und unten verlaufend mit seiner etwas nach innen gebogenen, hinteren Spitze an die *tunica externa* der Schwimmblase anheftet. Auch hier bewirkt die Bewegung des *malleus* eine Bewegung des *stapes* und somit des *claustrum* nach innen, resp. aussen. Umhüllt wird der gesammte Knöchelchenapparat der Schwimmblase von einer zarten Membran, die dicht der gleich zu erwähnenden Knochenkapsel angelagert, namentlich im Bereiche des *stapes*

deutlicher und fester wird und hier an den Rändern der *apertura externa atrii* mit der *dura mater* des Rückenmarks verschmilzt, die sich dann in die *apertura posterior cavi sinus imparis* trichterförmig einstülpt, um dort wie bei den *Cyprinen* als Periost die Wand zu bekleiden und weiterhin an die Innenwand der früher genannten Abtheilungen des Gehörorganes zu treten. Diese Membran, die man also als Fortsetzung der *dura* der Schädelhöhle betrachten kann, ist der hinteren Hälfte der membranösen Wandung des *saccus lymphaticus paravertebralis s. fossa auditoria* der *Cyprinoiden* homolog, die bei ihrem Uebergange zur vorderen, zarteren Abtheilung, die sich ja bei diesen Thieren an den Umfang des seitlichen Hinterhauptloches anheftet, leicht löst. Diese Abtheilung fehlt bei *Cobitis*, oder erscheint auf die Verschlussmembran des Loches reducirt. Die Umhüllungsmembran der Knöchelchen umschliesst eine Flüssigkeit, welche nur dann, wenn der *stapes* medianwärts bewegt wird, was bei Erweiterung der Schwimmblase der Fall, mit der Flüssigkeit des *atrium*, respective des *cavum sinus imparis* sich vereinigen kann. Gleichzeitig kleidet die Membran eine knöcherne Röhre aus (Fig. 8 *b*), für die, wie für die im Folgenden zu schildernden Verhältnisse, die Abbildungen Weber's die meinigen ergänzen und die durch den seitlichen Fortsatz, die Hämapophyse des zweiten Wirbels gebildet, die Knöchelchen umschliesst und sich vorne oben in die gleich zu erwähnende Kapsel der Schwimmblase öffnet und nach aussen hin unter der Haut (Fig. 8 *a*) eine kleine Oeffnung zeigt, die vordere Abtheilung des unter der Haut und dem subcutanen Zellgewebe gelegenen *introitus capsulae vesicae.* An dieser Oeffnung geht die Auskleidungsmembran des ausgehöhlten, zweiten Wirbelfortsatzes in das äussere Periost des Knochens über, ausserdem begiebt sie sich aber vorne an der Oeffnung in die Schwimmblasenkapsel als Auskleidungsmembran, als Periost in diese hinein, um in der äusseren Oeffnung derselben wieder mit der äusseren Beinhaut zu verschmelzen.

Die Schwimmblasenkapsel, die durch die mit einander verbundenen, halbkugelig ausgehöhlten Hämapophysen des dritten Wirbels gebildet wird und von Weber ausführlich und richtig beschrieben wurde, zeigt unter der Haut, die hinter dem oberen Rande des Kiemendeckels an dieser Stelle durch eine etwas dunklere Pigmentirung ausgezeichnet ist, eine Oeffnung, den *introitus capsulae vesicae*, die oval, mit aufgeworfenen Rändern unmittelbar hinter der äusseren Oeffnung der Röhre der zweiten Hämapophyse liegt. In diese Oeffnung schickt, wie Weber richtig bemerkt, das subcutane Gewebe einen Fortsatz, jedoch ohne Muskeln, die sich an den Rändern des *introitus* anheften, und dieser löst sich in ein lockeres, ölhaltiges Zellgewebe auf, das den Raum zwischen Schwimmblase und knöcherner Kapsel ausfüllt, ein Raum, den ich dem *saccus*

lymphaticus vesicae der *Cyprinen* homologisiren möchte und der durch die vordere, obere Oeffnung der Kapsel mit dem Homologon des Raumes des *saccus paravertebralis* in Verbindung steht. Ich vermuthe, obgleich ich keine entscheidenden Injectionen gemacht, dass dieser Zellgewebsfortsatz zu Lymphgefässen, oder noch eher zu subcutanen Lymphräumen in Beziehung steht, ein Verhältniss, das uns bei den *Clupeiden* weiter beschäftigen wird. Die *vesica* (Fig. 8 *c*) zeigt die Häute, wie bei den *Cyprinen*, *tunica externa* und *interna* und einen hinteren, kleinen Appendix, auf dessen entwicklungsgeschichtliche Bedeutung als eines Homologon der hinteren Hälfte der Karpfenschwimmblase, die sich aus dem Nahrungstractus hervorbildet, v. Baer[1]) zuerst aufmerksam gemacht hat und der sich durch eine hintere Oeffnung der Kapsel mit der Hauptblase vereinigt. Dass dieser kleine Anhang wirklich die aus dem Darme entwickelte Schwimmblase ist, geht daraus hervor, dass man noch am erwachsenen Thiere einen Verbindungsstrang desselben mit der Oberwand des Theiles des Nahrungstractus nachweisen kann, der an der Unterfläche der Schwimmblasenkapsel zieht.

Nachdem ich nun so die Verhältnisse bei denjenigen Fischen, deren Schwimmblase mit einem eigenthümlichen Apparate von Knöchelchen versehen ist, beschrieben habe, sei es mir, soweit es noch nicht geschehen, gestattet, etwas näher auf die Bedeutung dieses Apparates einzugehen. Die Ausdehnung, resp. Volumsverminderung der Schwimmblase, hervorgerufen durch einen von aussen her wirkenden, verminderten, oder vermehrten Druck, namentlich der auf dem Körper lastenden Wassersäule, wird den Knöchelchenapparat so in Bewegung setzen, dass bei vermindertem Drucke, also bei Vergrösserung der Schwimmblase der *stapes* und das *claustrum* sich nach innen bewegen, während im entgegengesetzten Falle beide nach aussen getrieben werden. Somit wird auf die Innenwand des *atrium*, der ja das *claustrum* anliegt und demnach auf das Rückenmark, dessen Durabekleidung ja die Vorhofswand bildet, bald ein verminderter, bald ein vermehrter Druck ausgeübt und es werden in der Rückenmarkshöhle Druckdifferenzen hervorgerufen, die begreiflicherweise nicht ohne Einfluss auf das Centralnervensystem bleiben können und desto mehr sich geltend machen, je schneller die Druckdifferenzen einander folgen, wie solches ja z. B. bei nahe der Oberfläche schwimmenden Fischen bei bewegtem Wasser der Fall. Es wird somit durch Hülfe dieses Apparates den Thieren der Füllungszustand der Schwimmblase auf die unmittelbarste Weise zum Bewusstsein gebracht und sie können danach ihre Bewegungen, Steigen

1) Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Fische, nebst einem Anhange über die Schwimmblase. Leipzig 1835.

resp. Fallen, reguliren. In der früheren Abhandlung habe ich darauf Gewicht gelegt, dass der Füllungszustand der Blase dadurch den Thieren zum Bewusstsein käme, dass die im *atrium* befindliche Flüssigkeit durch die Bewegung des *stapes* in die *cavitas sinus imparis* getrieben, auf die Basis des Gehirnes einen Druck ausübe. Ich möchte diesen Modus nicht ganz ausschliessen, allein immerhin das Hauptgewicht auf die Bewegung des *claustrum* gegen die Rückenmarkshöhle legen. Nun wird man mir freilich bei dieser Hypothese in Betreff der Bedeutung der Knöchelchen entgegenhalten, dass es ja eine grosse Anzahl von Fischen giebt, die, abgesehen von den alsbald zu erwähnenden *Clupeiden*, sehr entwickelte Schwimmblasen besitzen, ohne dass dieselben sich eines so complicirten Apparates erfreuen und der Füllungsgrad ihrer Schwimmblase wird denselben doch jedenfalls zum Bewusstsein kommen und zwar, wenn nicht durch Anderes, so doch durch das Muskelgefühl, und ich vermag allerdings die Schwere dieses Einwandes nicht gänzlich zu verkennen, allein, will ich demselben auch nicht mit dem leichteren und zunächst noch weiterer positiver Grundlagen entbehrenden Einwande begegnen, dass die Lebensweise der Thiere einen solchen besonderen Apparat ausser dem Muskelgefühle nicht erfordere, so möchte ich doch darauf hinweisen, dass es sich um Fische handelt, deren Schwimmblase sich durchaus anders entwickelt, als es mit denen der Fall ist, die keinen solchen Apparat besitzen. Bei diesen entwickelt sich die Schwimmblase vom Darme aus, ohne innige Beziehungen zur Wirbelsäule, als accessorischer Theil des Verdauungstractus, als eine Art Lunge, bei jenen dagegen entwickelt sich entweder, wie bei *Cobitis*, der überwiegende Theil derselben, oder, wie bei *Cyprinus* und Verwandten, die eine getheilte Blase besitzen, die vordere Hälfte, nach den Untersuchungen von v. Baer, wahrscheinlich in inniger Beziehung zum vorderen Theile der Wirbelsäule und zwar zu den Hämapophysen derselben, oder zum Hinterhauptstheile des Schädels und üben dadurch begreiflicherweise einen umgestaltenden Einfluss auf die Fortsätze der vorderen Wirbel. Jedenfalls ist auf dem Gebiete der Entwicklungsgeschichte der Grund zur Metamorphose der Wirbelfortsätze zum Knöchelchenapparate zu suchen und ihre physiologische Bedeutung kommt erst als etwas Secundäres in Betracht.

v. Baer hat den vorderen Theil der Schwimmblase zuerst als einen hellen, hinter dem Ohre gelegenen Raum auftreten sehen, der sich gegen die hintere Schwimmblase allmälig vergrösserte und meint, es handle sich um eine Verlängerung des Ohres, wofür aber weiter keine Belege beigebracht werden, und es möchte diese Meinung wohl unter dem Einflusse der Anschauungen Weber's geäussert sein, dass sich im erwachsenen Zustande das Gehörorgan bis zu den Knöchelchen der *vesica* erstrecke. Auf der Richtigkeit dieser Ansicht beruht auch seine Deutung der vor-

deren Schwimmblase als Paukenhöhle, an der er doch wieder einige Zweifel hegt, weil dieselbe hinter dem Schädel befindlich und auch hinter dem Ohre sich bildet, während dagegen die Gehörknöchelchen der höheren Thiere und die Paukenhöhle derselben sich im Bereiche des Schädels, nach aussen vom häutigen Gehörorgane entwickeln. Er sucht jedoch dieses Bedenken dadurch zu entkräften, dass er das Gehörknöchelchen der Schlangen als Beispiel eines weit gegen den Hals hin ragenden Knochens Erwähnung thut, wobei er aber ausdrücklich darauf aufmerksam macht, dass es weit mehr von den Halswirbeln absteht, als es mit den Gehörknöchelchen der Fische der Fall. Ich glaube schon das Wenige, was v. Baer über die Entwicklung des vorderen Theiles der Schwimmblase beobachtet, wonach dieselbe hinter dem Ohre, wahrscheinlich nicht einmal im Bereiche des Schädels, sondern unter den ersten Halswirbeln entsteht, weist darauf hin, dass weder die *vesica*, noch der Apparat der Knöchelchen mit der nach aussen von dem eingestülpten Gehörbläschen am Schädel gebildeten Paukenhöhle und den Gehörknöchelchen zu homologisiren ist, und dass günstigen Falls, wenn sich wirklich ein entwicklungsgeschichtlicher Zusammenhang mit dem Gehörbläschen nachweisen liesse, nur Analoga vorhanden sind. Nun hat aber Weber selbst Beobachtungen gemacht und zwar bei *Ophidium barbatum* und *imbarbum*, bei denen sich durchaus keine Verbindung der Knöchelchen der Schwimmblase mit dem Gehörorgane nachweisen liess, trotzdem der Apparat in voller Ausbildung vorhanden und nimmt man diese Beobachtungen zusammen mit den Meinigen, die damit vollkommen stimmen, so ist es wohl mehr wie wahrscheinlich, da der Knöchelchenapparat an einer nicht blos vom Gehörorgane, sondern auch vom Schädel entfernten Stelle im erwachsenen Zustande befindlich, dass zwischen den beiden ein entwicklungsgeschichtlicher Zusammenhang nicht existirt, oder derselbe müsste, wofür keine einzige Thatsache bis jetzt spricht, frühzeitig gelöst sein. Ich halte mich daher berechtigt, jede Analogie der Knöchelchen mit den Gehörknöchelchen und die Bedeutung der Schwimmblase als eine Art Paukenhöhle, oder eine Art Resonanzapparat von der Hand zu weisen. Ein Apparat, der die Schallwellen direct dem Gehörbläschen übermittelt, tritt erst bei der nächsthöheren Classe auf. Bei den Fischen werden sie im Wesentlichen durch die Kopfknochen übertragen und die physiologische Bedeutung dieses complicirten Apparates ist somit wesentlich in anderer Richtung zu suchen. Ich würde mich herzlich freuen, wenn es gelänge, eine andere Theorie, als die meinige, deren schwache Fundamente ich sicher nicht verkenne und die ich auch nur *faute de mieux* aufgestellt, allseitig zu begründen. Man wird mir nun weiter entgegenhalten, die Bewegung des Steigbügels nach innen wird doch die Flüssigkeit des *atrium* in die

apertura posterior cavi sinus imparis hineinpressen und die dort befindliche Flüssigkeit in Bewegung setzen, und da nun am vorderen Ende der Deckplatte die verhältnissmässig weite Verbindungsröhre der Gehörorgane gelagert ist, würde ein Auslösen der Gehörempfindung durch Mittheilung der Bewegung an die Endolymphe möglich sein. Ich gebe dabei jedoch Folgendes zu bedenken. Einmal ist die nach oben, hinten und aussen sehende *apertura posterior* nicht der nach innen hin gehenden Stossrichtung des *stapes* entgegengewandt und die in Bewegung gesetzte Flüssigkeit wird daher nicht mit voller Gewalt in die Oeffnung strömen und zweitens ist dieselbe im *atrium* sowohl, wie in dem *cavum sinus* in ein netzförmiges Bindegewebe eingeschlossen. Schliesslich wird die quere Verbindungsröhre grösstentheils von unten her durch die dicken Sacknerven gedeckt, so dass die Kraft der Bewegung bedeutend abgenommen haben muss, bevor sie die Wandung des Gehörorganes trifft, und wenn ich auch nicht jeden Einfluss der Bewegung der Knöchelchen auf das Zustandekommen der Gehörempfindung leugnen will, so muss ich dieselbe doch, wie früher erwähnt, für sehr untergeordneter Natur halten.

Ich möchte die Möglichkeit des Einflusses der Caliberveränderungen der Schwimmblase, die ja bei *Cobitis* um so leichter vor sich gehen müssen, da der *introitus capsulae vesicae* unmittelbar unter dem Integumente gelagert ist, auf das Zustandekommen der Gehörempfindung um so weniger gänzlich ausschliessen, als ja bei den *Clupeiden* ein Verhältniss der Schwimmblase vorhanden ist, das zu dem Interessantesten und Merkwürdigsten gehört, das man überhaupt sehen kann. Ich wende mich jetzt zu der Beschreibung desselben. Wiederum verdanken wir E. H. Weber die ersten, eingehenden Untersuchungen und nach ihm ist vor allem Breschet hervorzuheben, der auf manche neue Eigenthümlichkeiten aufmerksam gemacht hat. Schon bei den *Sparoiden* tritt eine eigenthümliche, directe Beziehung der Schwimmblase zu dem Schädel zu Tage, insofern das vordere Ende derselben sich, wie Weber hervorgehoben, an zwei, durch Membranen geschlossene Oeffnungen der Schädelbasis legt, die beide hinter der Austrittsstelle des *vagus* und hinter der unvollständigen, knöchernen Gehörkapsel gelagert in die Schädelhöhle hineinführen.

Bei den *Clupeiden*, von denen ich ohne wesentliche Verschiedenheiten zu finden, vor allem *Clupea harengus* und *Clupea alosa* untersucht, geht der vordere Theil der Schwimmblase, die sicherlich ausschliesslich der hinteren Hälfte der *vesica* der *Cyprinoiden* homolog ist und sich somit aus dem Darmrohre entwickelt, unter die *pars basilaris ossis occipitis* und theilt sich dort in zwei Canälchen, die noch immer die beiden Bestandtheile der Schwimmblase, *tunica interna* und *externa*

zeigen. Diese verlaufen zu beiden Seiten des Occipitalwirbelkörpers unter der Austrittsstelle des *vagus* und treten dort in zwei, etwas nach oben und vorne verlaufende, feine Knochencanälchen (Fig. 11 *c*), die von dem *basi-occipitale* gebildet werden. An dem Rande der Oeffnung dieser *canaliculi ossei* heftet sich die *tunica externa* an, so dass das häutige Canälchen innerhalb des knöchernen immer nur von der *tunica interna* gebildet wird. Diese beiden Knochencanälchen stossen an den hinteren Theil des oberen Randes einer Oeffnung (*foramen ovale s. vestibulare*), die von einer zarten Membran der Schleimhaut des Rachens überzogen, in die *pars inferior* der knöchernen Gehörkapsel, die zur Aufnahme des *sacculus* und der Schnecke (Fig. 11 *a*, *b*) dient, führt und an dessen unterem Rande sich der *adductor operculi*, von Breschet gefunden, ansetzt. Die Oeffnung, das zum ersten Male in der Thierreihe auftretende, so ausserordentlich wichtige Vorhofsfenster, wird dadurch gebildet, dass sich das *prooticum, opistoticum* und das *basi-occipitale* unten nicht nahtförmig vereinigen. Während im hinteren Theile, im Bereiche des *occipitale basilare*, der Canal an der Oberfläche des Knochens befindlich war, senkt er sich über der Mitte des *foramen vestibulare* in die Masse des *opistoticum* und theilt sich dann (Fig. 11) in einen kurzen oberen und in einen längeren vorderen, um in den *bullae*, einer vorderen (Fig. 11 *g*, Fig. 12 *a*) und einer hinteren (Fig. 9 *b*, Fig. 11 *d*, Fig. 12 *e*) zu enden. Die hintere Blase ist an der Schädelbasis von der Knochenmasse des *opistoticum* bedeckt und oberhalb und lateralwärts von dem vorderen Ende der Oeffnung der Gehörkapsel befindlich. Die vor der hinteren gelegene *bulla anterior* dagegen, die dem *prooticum* angehört, die hinter der Durchtrittsstelle des *trigeminus* und lateralwärts vom *parasphenoidale* liegt, wird dagegen ohne Weiteres sichtbar. In diese beiden Knochenblasen hineingetreten, schwellen die häutigen Canäle der Schwimmblase kugelig an. Der hintere füllt vollständig die Knochenblase aus, der vordere dagegen nur zur Hälfte (Fig. 12 *a*) und zeigt sich auf der oberen Fläche abgeplattet, bildet also mehr eine Halbkugel. Vorne oben zeigt die vordere Knochenblase eine schmale Querspalte, deren Ränder ein wenig aufgeworfen erscheinen. Die hintere Blase entspricht in ihrer Lage genau der früher von mir beschriebenen Aushöhlung der Labyrinthknochen inmitten der Krümmung des horizontalen Bogenganges und wird wie diese von demselben umkreist (Fig. 9 *a*, Fig. 11 *e*).

Zu diesen beiden Blasen, die entweder vollkommen, wie die hintere, oder nur zur Hälfte, wie die vordere von den bläschenförmigen Enden der Schwimmblase ausgefüllt sind, zeigt nun das häutige Gehörorgan folgende Lagerungsverhältnisse. Es lassen sich an demselben, wie bei allen Knochenfischen, eine *pars superior* und *inferior* unterscheiden, von

denen jene die Ampullen, die Bogengänge, die Commissur und den *utriculus* mit seinem *recessus* in sich begreift, während diese aus dem Sacke, der Verbindungsröhre mit dem *utriculus* und der Schnecke besteht und beide zusammen, wie bei allen Wirbelthieren, ihre Lage zwischen der Oeffnung für den *trigeminus* und der für den *vagus* bestimmten finden. Der ganze Bau des häutigen Gehörorganes zeigt sich im Wesentlichen wie bei *Perca* und den übrigen Knochenfischen, mit Ausnahme der *Cyprinoiden.* Wie bei allen Fischen lassen sich (Fig. 9 u. 11) zwei vordere und eine hintere Ampulle unterscheiden, von denen jene vorne und innen von der hinteren *bulla ossea* (Fig. 9 *b*, Fig. 11 *e*), hinten und oben von der vorderen (Fig. 12 *c*) gelagert sind, während diese nach innen und hinten von der hinteren Knochenblase gelagert erscheint, jedoch mehr medianwärts, als es mit den vorderen der Fall. Von den beiden vorderen Ampullen liegt die horizontale hinter und ein wenig nach aussen von der sagittalen und liegt mit dem Dache der Vorderfläche der *bulla posterior* dicht an und kehrt den Boden nach vorne, während die sagittale den Boden abwärts wendet. Die hintere Ampulle wird (Fig. 9) durch das Ende des horizontalen Bogenganges, der an seiner einen, nach vorne und aussen gewandten Seitenfläche liegt, von der Hinterwand der *bulla posterior* abgetrennt. Die vorderen Ampullen und die hintere mit dem Ende des horizontalen Ganges liegen je in einer Vertiefung der Schädelhöhlenwand der Labyrinthkapsel. Von den Bogengängen ist der horizontale, der sich um die Mitte der *bulla posterior* (Fig. 9 u. 11) herumschlägt, vollständig knöchern vom *pro*- und *opistoticum*, der frontale hintere vom *epi*- und *opistoticum* umschlossen, während der sagittale nur theilweise, in seiner unteren Hälfte vom *prooticum* umschlossen erscheint. Der sagittale ist flacher gekrümmt und kürzer, während der frontale, hintere stärker gekrümmt und länger erscheint, da die hintere Ampulle tiefer als die vordere gelagert ist. Zu beiden Seiten des knöchernen hinteren Bogenganges, namentlich zwischen ihm und den übrigen Bogengängen, oberhalb der von Knochen bedeckten *bulla posterior*, finden sich tiefe Muskelgruben. Die Commissuren der Bogengänge (Fig. 11 u. 12), die ein wenig schräg von oben, vorne und innen, nach unten, hinten und aussen verlaufen, liegen unter den das Schädeldach constituirenden Knochen zu beiden Seiten der Mittellinie einander ausserordentlich genähert, nur durch einen schmalen Streifen des ölhaltigen Gallertgewebes der Schädelhöhle getrennt und zwar dort, wo der Scheitel in das senkrecht abfallende Hinterhaupt übergeht. An ihrem unteren Ende nimmt jede unter einem rechten Winkel den von hinten und aussen kommenden, horizontalen Gang auf und geht dann in den *utriculus* über, in den von hinten mittelst einer kurzen Röhre die hintere, vorne dagegen die zusammenliegenden Ampullen münden. Der

utriculus und das untere Ende der Commissur mit dem darin mündenden horizontalen Gange liegen nicht unmittelbar an der Innenwand der hinteren *bulla ossea*, sondern sie entfernen sich desto mehr davon, je näher wir der Vereinigungsstelle des *utriculus* und der Commissur kommen, so dass zwischen dem unteren Ende dieser und der Blase ein nicht unbedeutender Raum zu Stande kommt, der sich nach unten hinten hin in den Behälter für Sack und Schnecke fortsetzt.

Unmittelbar nach innen, hinten und unten von den beiden vorderen Ampullen (Fig. 12 *g*), oberhalb der Spaltöffnung der *bulla anterior*, ohne dieselbe jedoch direct zu berühren, bildet der *utriculus* seinen *recessus* mit der *macula* und dem Nerven, welche beide gerade oberhalb der Spaltöffnung durch einen kleinen Raum von ihr getrennt befindlich sind. Der *recessus* bildet nur eine schwache Ausbiegung und schickt nie einen Fortsatz in die Knochenblase hinein, dem vorderen Ende der Schwimmblase entgegen, wie Weber es beschreibt. Bei *Clupea harengus* ist der Kleinheit der Verhältnisse wegen dieses Verhalten nicht gerade leicht zu constatiren und erfordert eine ausserordentlich sorgfältige Präparation, bei *alosa* gelingt es aber viel leichter. Breschet scheint diesen von Weber beschriebenen Fortsatz gar nicht gesehen zu haben, da er eine unmittelbare Anlagerung des Gehörorganes an die Oeffnung, die ich bestreiten muss, behauptet. Dennoch ist eine Gewebsmasse (Fig. 12 *h*) vorhanden, die, dem vorderen Ende der Schwimmblase (Fig. 12 *a*) aufgelagert, durch die Oeffnung heraustritt. Ich werde auf diese Masse alsbald zu sprechen kommen. Die Präparation des *recessus utriculi* ist auch um deswillen schwierig, da das Gewebe in der Umgebung der *macula acustica* ausserordentlich fein ist und bei nur etwas forcirten Injectionen in das häutige Labyrinth sehr leicht reisst, so dass man bei unvorsichtigem Verfahren oberhalb der Oeffnung der *bulla* leicht Spalten bekommt, die einem zum Glauben verleiten könnten, als setze sich das Gewebe des häutigen Gehörorganes nach unten gegen die *bulla* fort und als sei die Fortsetzung an diesen Stellen abgerissen. Ich bin begreiflicherweise mit der grössten Sorgfalt zu Werke gegangen, da es sich um eine Hauptdifferenz zwischen Weber's und meinen Ansichten handelte. Ebenso wenig habe ich eine quere Verbindung der beiden *utriculi* oberhalb der Schädelbasis, hinter der *fossa hypophyseos*, zwischen den beiden vorderen *bullae* constatiren können, so dass sich also der *recessus utriculi* und der *utriculus* überhaupt wie bei den übrigen Knochenfischen verhält und es ist eine solche Verbindung der beiden auch dadurch an und für sich unwahrscheinlich, weil der Abstand derselben unten ein sehr beträchtlicher und wir wissen, dass die Verbindungen der beiden Gehörorgane nur an denjenigen Theilen vorkommen, die wie die *sacculi* der *Cyprinen* im erwachsenen Zustande einander ausserordentlich genähert sind, eine An-

näherung, die sich im embryonalen Leben jedenfalls bis zur Apposition steigert. Das kann deswegen geschehen, weil das Gehirn über die Stelle wegzieht, wo der *sacculus* und die Schnecke sich bilden.

Die *pars inferior*, der Sack, die Verbindungsröhre mit dem *utriculus* und die Schnecke befinden sich, wie erwähnt, in einer von den Seiten her etwas abgeplatteten Knochenhülse des *pro-*, *epistoticum* und des *basi-occipitale*, die von der der anderen Seite durch eine dünne Knochenscheidewand getrennt ist und nach oben hin mit dem Raume zwischen dem Ende der Commissur und der Innenwand der *bulla posterior* communicirt und nach aussen hin fast in der ganzen Ausdehnung das *foramen ovale* zeigt, das ja durch eine zarte Fortsetzung der Rachenhöhlenschleimhaut geschlossen (Fig. 11 *a*). Diese nach hinten von der *bulla anterior*, nach unten und innen von der *bulla posterior* und der Zuleitungsröhre gelegene *cavitas inferior* des knöchernen Labyrinthes erstreckt sich von vorne nach hinten, jedoch so, dass das hintere Ende etwas höher als das vordere steht und ist vollständig von dem *sacculus* (Fig. 11 *a*) und hinten von der kleinen, mützenartig gestalteten Schnecke (Fig. 11 *b*) mit ihren beiden Otolithen und von den an sie herantretenden Nerven ausgefüllt. Diese Theile bieten im Wesentlichen ganz dieselben Formen dar wie *Perca* und der grösste Theil der kleineren Knochenfische, mit Ausnahme der *Cyprinoiden*.

Somit sehen wir denn, dass das häutige Gehörorgan gegenüber der grossen Mehrzahl der übrigen Teleostier keine wesentlichen Formdifferenzen darbietet und dennoch erscheint dasselbe durch die Annexa so eigenthümlich gestaltet, dass man von vornherein geneigt ist, ausser dem gewöhnlichen Typus des Gehörorganes der Teleostier und dem zweiten der *Cyprinoiden*, einen dritten für die *Clupeiden* zu statuiren, wie es auch von Weber und Breschet geschehen, welch letzterer von einem ringförmig um das Gehirn gelegten Gehörapparat spricht, und an die über und unter dem Gehirne gelagerten Theile des Ringes besondere physiologische Betrachtungen knüpft, die freilich bei näherem Anschauen ein wenig gewagt erscheinen, jedoch wohl entschuldbar und begreiflich sind, wenn man die Schwierigkeiten und die complicirte Structur des Objectes in Betracht zieht. Diese gestattete auch mir nicht nach allen Richtungen hin befriedigende Aufschlüsse zu geben. Die Schwierigkeiten lassen sich schliesslich annähernd nur durch die Erkenntniss des Principiellen im Bau des Gehörorganes der Wirbelthiere und vollständig nur an der Hand der Entwicklungsgeschichte und eventuell des physiologischen Experimentes lösen. Möge man mir verzeihen, wenn ich den so schön fundirt erscheinenden Beobachtungen, namentlich E. H. Weber's, entgegentrete und dennoch nicht im Stande bin, an die Stelle dieser allseitig befriedigenden und logisch zusammenhängenden Schlussfolgerun-

gen ein ebenso in sich geschlossenes Ganze hinzustellen. Vielerlei muss hier fernerer Forschung vorbehalten bleiben.

Ich bin genöthigt, wie schon vorhin erwähnt, das Fundament des Weber'schen Gebäudes, die directe Anlagerung des Gehörorganes an die Schwimmblase bei diesen Thieren und ferner die Verbindung des *utriculus* mit dem der anderen Seite an der *basis cranii* anzugreifen. Es frägt sich nun, was tritt an die Stelle? Ein intermediärer Lymphraum, wie wir einen solchen ja auch zwischen dem Gehörapparate und den Knöchelchen der Schwimmblase bei den *Cyprinoiden* auftreten sehen, allein in durchaus anderen Verhältnissen.

Wir wissen, dass bei den Teleostiern die zur Aufnahme des häutigen Labyrinthes dienende, unvollständige Gehörkapsel gegen die Schädelhöhle hin offen steht und nur unvollkommen durch die *dura* verschlossen erscheint, bei den *Clupeiden* finden wir dagegen bei oberflächlicher Betrachtung ein vollkommen abweichendes Verhalten. Die gesammte Binnenwand der Kapsel ist abgeschlossen und zwar durch eine knorpelartig aussehende Masse, die nur an dem Uebergange der Schädelseitenwand in die Basis von dem *nervus acusticus* durchbrochen wird. Es liegt also das gesammte häutige Gehörorgan wie bei den Selachiern und den höheren Wirbelthierclassen in einer gegen das *cavum cranii* hin so gut wie allseitig geschlossenen Kapsel. Diese knorpelartige Masse legt sich innig an die Binnenwand der gesammten Bogengangcommissur (Fig. 10 *b*), von welcher sich dieselbe nur bei grosser Vorsicht isoliren lässt, umhüllt ferner die Theile des vorderen, verticalen Bogenganges, die nicht vom Knochen umschlossen werden, verschmilzt aufs innigste mit der Binnenwand sowohl des *recessus utriculi*, als des *utriculus* selber bis zur Einmündung der Commissur und es ist mir selbst bei *Clupea alosa*, bei *harengus* niemals, sehr schwer gelungen, dieselbe vom *utriculus* ohne Zerreissung der Wand desselben abzutrennen. Da die Commissur am weitesten nach innen gegen den Schädelraum vorspringt, so zeigen sich an der Masse zu beiden Seiten derselben (Fig. 10) schwache Vertiefungen zur Aufnahme des Gehirnes, eine kleinere hintere und eine vordere grössere. Etwas unterhalb der unter den Knochen des Schädeldaches gelagerten Spitze der Bogengangcommissur (Fig. 12), an der eine kleine Andeutung eines unbedeutenden *recessus* befindlich, auf dessen Bedeutung ich früher bei der Schilderung des Gehörorganes von *Perca* aufmerksam gemacht, bildet die Masse dadurch, dass sie sich von beiden Seiten her nach innen hin trichterförmig auszieht, eine hinter dem Mittelgehirne, oberhalb des Nachhirnes (Fig. 9 *c*, Fig. 12 *e*) gelegene, bogenförmig von einer Commissur zur anderen ziehende Röhre, auf die zuerst Breschet aufmerksam gemacht und die er als obere Verbindungsröhre der beiden Gehörorgane beschreibt. Dieser obere, hohle Bogen um-

schliesst die *aquaeductus vestibulorum s. recessus labyrinthorum*, die aus den *sacculis* an der Innenfläche der Bogengangcommissuren bis zur unteren Grenze des oberen Drittels, bedeckt von der knorpelartigen Masse emporsteigen, in diese Röhre sich hineinsenken und mit einander verschmelzen, so dass hier in der That eine Verbindung beider Gehörorgane zu Stande kommt, jedoch nicht, wie Breschet glaubt, durch Hülfe der knorpelartigen Masse, sondern durch die darin eingeschlossenen *aquaeductus*, auf die ich in einer folgenden Abhandlung ausführlich zu sprechen kommen werde. Ob nun oberhalb des *aquaeductus* (Fig. 10 *c*) ein in dem Bogen befindlicher Hohlraum zur Aufnahme eines Gefässes dient, vermag ich nicht mit Bestimmtheit anzugeben.

Was nun weiter die Verhältnisse der knorpligen Masse am unteren Rande der Innenwand des *utriculus* bis zur Einmündung der Commissur betrifft, so sehen wir, dass sie sich dort nicht einfach in der ganzen Ausdehnung an den Knochen anlegt, sondern das findet nur hinten und vorne an der vorderen Fläche der *bulla anterior* und an der Verbindung des *parasphenoidale* mit dem *basi-occipitale* statt (Fig. 10 *d*), in der ganzen Ausdehnung dagegen des Zwischenraumes der beiden *bullae* schlägt sie sich medianwärts von der Spaltöffnung der vorderen Knochenblase über den zwischen den Innenflächen derselben gelagerten Theil des *sphenobasilare* und überbrückt somit (Fig. 12 *i*, Fig. 10 *f*) einen Theil der Schädelbasis und bildet einen gegen die Schädelhöhle vollkommen abgeschlossenen Raum, der von Weber sowohl als von Breschet als Verbindungsröhre der beiden *utriculi*, als untere Verbindung der beiden Gehörorgane, beschrieben ist. So gelangt Breschet mit seiner oberen und unteren Commissur zur Annahme eines um das Gehirn herumgelegten, ringförmigen Gehörorganes. Der Raum dehnt sich also von vorne nach hinten, von dem hinteren Rande der *fossa hypophyseos* bis zur Naht des *basi-occipitale* und *occipitale laterale* aus und erstreckt sich, allmälig höher werdend, über die Innenfläche der *bullae anteriores*, über die Spaltöffnungen derselben, unter die Unterfläche des *utriculus* und der beiden vorderen Ampullen, da dieselben nicht unmittelbar den vorderen Knochenblasen aufliegen, nach hinten bis zur Oeffnung der zur Aufnahme des Sackes und der Schnecke bestimmten Knochenkapsel und nach aussen in einen vom *prooticum*, zwischen *bulla anterior* und *posterior* gebildeten Raum (Fig. 12 *b*), der sich nach aussen am *operculum* öffnet. Die Oeffnung dieses Raumes hat Weber (Fig. 65. 15) ausgezeichnet dargestellt. Der Raum ist im Bereiche des *sphenobasilare* durch eine senkrechte Scheidewand (Fig. 10 *e*), die von der knorpeligen Masse ausgeht, in eine vordere und hintere Abtheilung getrennt, die wieder, wie ich finde, nach aussen hin zusammenfliessen. Ausgekleidet ist derselbe von einer zarten, Flüssigkeit umschliessenden Membran, die unter dem

recessus utriculi (Fig. 12 *h*) durch die Spaltöffnung in die vordere Knochenblase eine Fortsetzung schickt, die halbkuglig aufgebläht dem darin gelagerten Schwimmblasenende aufliegt. Es ist das die Fortsetzung der Vestibularwand in die Knochenkapsel, nach Weber, die aber, nur dem Gehörorgane angelagert, kein Bestandtheil desselben ist. Eine weitere bläschenförmige Anschwellung (Fig. 12 *f*) der zarten Membran findet sich weiter nach aussen zwischen den beiden Knochenblasen, die den nach aussen sich öffnenden, knöchernen Raum ausfüllt (Fig. 12 *b*), eine Anschwellung, die zuerst Breschet als *bulbe accessoire* beschrieben und die er als Homologon der Schnecke der übrigen Thiere ansieht, da er sie als einen Theil des Gehörorganes auffasst und an derselben ein feines Nervenfädchen beobachtet haben will. Die Existenz dieses *bulbus* kann ich also bestätigen, muss aber auf das Bestimmteste den Zusammenhang mit Nerven sowohl, als mit dem Gehörorgane in Abrede stellen. Von vorne herein spricht dagegen auch schon die Aeusserung von Breschet, dass das Gewebe spongiöser Natur sei, während sonst doch überall die Wandungen des Gehörorganes von glatten Membranen gebildet werden. Der Beobachtung der spongiösen Natur des Gewebes des *bulbus* kann ich mich für *Clupea alosa* anschliessen und möchte sie dahin ergänzen, dass bei diesen Thieren auch die Fortsetzung der Auskleidungsmembran des Raumes in die *bullae anteriores* gleich beschaffen ist und identisch mit dem ölhaltigen, netzartigen Bindegewebe der Schädelhöhle. Bei *harengus* bin ich nicht sicher, ob etwas Aehnliches sich findet. Diesen *bulbe accessoire* habe ich nun nach aussen hin nicht abgeschlossen gefunden, sondern im Bereiche der Knochenöffnung zeigt sich eine Mündung (Fig. 11 *f*), ich vermag aber leider nur Vermuthungen über das weitere Verhalten desselben anzustellen. Weber und Breschet haben beobachtet, dass die von ihnen sogenannten *vasa pituitaria* oder *canaliculi secretorii* des *operculum* vor allem hier ihr eines Ende finden, und ich halte es nicht für unmöglich, dass der *bulbus*, also das auskleidende Gewebe des an der *basis cranii* zwischen dem Gehörorgane einerseits, andererseits dem vorderen Ende der Schwimmblase befindlichen Raumes sich darin fortsetzt, allein ich habe dafür keine genügenden, positiven Anhaltspuncte. Die Injectionen haben mir kein absolut sicheres Resultat gegeben, sie lehrten nur mit Bestimmtheit, dass keine Communication mit dem endolymphatischen Raume vorhanden ist.

Bevor ich nun etwas näher auf die physiologische Bedeutung dieser eigenthümlichen Bildung eingehe, möchte ich nur noch darauf aufmerksam machen, dass das den Raum an der Schädelbasis und die *aquaeductus vestibuli* umschliessende, knorpelartige Gewebe nicht ein wirklicher Knorpel ist, sondern ein dichtes Fasergewebe darstellt, das ich als eine localisirte Verdickung der *dura mater* betrachte, die sich an der Schädel-

basis ähnlich verhält, wie die *dura* an den Blutsinus der höheren Thiere und somit hat diese Bildung bei den *Clupeiden* nichts Paradoxes, da wir wissen, dass die *dura* auch bei den übrigen Teleostiern, wenn auch lückenhafter, das Gehörorgan von dem Gehirne abtrennt.

Soweit meine Beobachtungen, die allerdings nur, wie ich recht wohl erkenne, sehr unsichere Schlüsse mit Bezug auf die physiologische Bedeutung gestatten. Lässt sich bei den *Cyprinen* an der Hand der Beobachtungen eine physiologische Theorie, wenn auch nicht allseitig befriedigend, anknüpfen, so befinde ich mich bei den *Clupeiden* auf noch schwankenderem Boden, wenigstens ist es nicht ohne Weiteres möglich, die bei den *Cyprinen* entwickelte Hypothese der Bedeutung des accessorischen Apparates der Schwimmblase, als eines Mittels, dem Centralnervensysteme den Füllungszustand der Blase direct zu übermitteln, hier zu verwenden, aus dem einfachen Grunde, weil die Wände des lymphatischen Raumes, als welchen ich denselben auffassen muss, gegen das Gehirn hin eine so feste, dass die jedenfalls geringen Schwankungen in dem Caliber des vorderen, zarten Bläschens der *vesica natatoria* sich schwerlich, wenn überhaupt durch Hülfe der jedenfalls entsprechend geringen Druckdifferenzen in der Flüssigkeit des lymphatischen Raumes am Gehirne geltend machen können. Auf der anderen Seite können sie auch wohl kaum befähigt sein die Gehörempfindung auszulösen, weil derjenige Theil des Gehörorganes, der *recessus utriculi*, der zunächst den Druckschwankungen der Flüssigkeit ausgesetzt sein würde, von dem zu ihm und den vorderen Ampullen ziehenden Nerven überlagert ist. Etwas anderes wäre es freilich gewesen, wenn sich die Beobachtung von Weber hätte bestätigen lassen. Immerhin ist nicht zu verkennen, dass die Möglichkeit des Auslösens der Gehörempfindungen bei den *Clupeiden* durch Caliberänderungen der Schwimmblase grösser ist als bei den *Cyprinen*. Als Resonanzapparat kann die Schwimmblase nicht dienen, da, wie wir gesehen haben, eine Anlagerung nicht vorhanden ist. Wohl aber wäre an etwas anderes zu denken. Abgesehen von der Schnecke und dem Sacke, deren Behälter ja nach aussen hin das weite, durch die Schleimhaut des Rachens verschlossene *foramen ovale* zeigt, wodurch Schallwellen diese Theile besser wie bei den anderen Teleostiern treffen und die Gehörempfindung auslösen können, ist auch für den *utriculus* ein directes Angesprochenwerden von Seiten der Schallwellen möglich, da der unter und nach aussen von ihm befindliche lymphatische Raum beiderseits durch eine weite Oeffnung unter dem Integumente mündet, so dass Schallwellen, ohne sonderliches Hinderniss von Seiten des dünnen Integumentes zu erfahren, direct durch die Flüssigkeit des lymphatischen Raumes sich zum *utriculus* fortpflanzen können, ein Verhältniss, das einen um so grösseren Werth besitzt, als *sacculus* und *utriculus* nur eine

ausserordentlich enge Communication besitzen, so dass die beiden, nahezu von einander isolirten Abtheilungen jede für sich direct angesprochen werden, während bei den übrigen Teleostiern die Gehörempfindung im *utriculus* und den zugehörigen Theilen nur durch die Schwingungen der Kopfknochen ausgelöst werden kann. Es kann daher nicht überraschen, wenn diese Fische ein feines Gehörvermögen besitzen. Ich wage das Gebiet nicht weiter zu betreten, um nicht den festen Grund und Boden zu verlassen. Möchten sich recht bald Forscher finden, die die mancherlei Puncte, welche ich leider habe dunkel lassen müssen, aufklären und ihr Gewicht entweder zu Gunsten der Ansicht Weber's, oder der meinigen in die Wagschale werfen, da es sich doch um Dinge handelt, die sowohl einen hohen morphologischen und entwicklungsgeschichtlichen, als physiologischen Werth besitzen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Vergr. $^2/_1$. Schnitt durch den oberen Theil des Rumpfes von *Cyprinus orfus*. Vordere Hälfte. *a.* Verdauungstraktus. *b.* Pigmentlamelle des *peritoneum*. *c.* Oberes Bauchfellblatt. *d.* Unteres Bauchfellblatt. *e. tunica externa* der Schwimmblase. *f. tunica interna* derselben. *g.* Kreisförmige Verdickung der Wand der Schwimmblase an der Stelle der Anheftung. *h.* Gefässe. *i. saccus lymphaticus vesicae* in den auf der anderen Seite eine Borste vom *saccus paravertebralis* eingeführt.

Fig. 2. Vergr. $^2/_1$. Der Gehörknöchelchenapparat der Schwimmblase von *Cyprinus orfus*, von hinten gesehen. *a.* Dreieckige Befestigungsplatte der Schwimmblase mit centraler Durchbohrung. *b.* Hinterer Fortsatz des *malleus* zur Befestigung an der *vesica*. *c.* Rippenähnlicher Fortsatz der Hämapophyse des dritten Wirbels. *d.* Befestigungsbänder desselben an die vierte Rippe.

Fig. 3. Vergr. $^2/_1$. Kopf von *Cyprinus orfus* mit entleerter Schädelhöhle, freipräparirten Gehörorganen und den Knöchelchen der Schwimmblase. *a.* Bandmasse zwischen *malleus* und *stapes*. *b.* Seitlicher Fortsatz des zweiten Wirbels. *c. malleus* mit dem *processus articularis* medianwärts ein wenig sichtbar. *d.* Hinteres Schwimmblasenende des Hammers. *e. incus*. *f. stapes*. *g. claustrum*. *h.* Verdickte Partie der *dura*. *i. apertura posterior cavi sinus imparis*. *k.* Deckplatten des *cavum sinus imparis*. *l.* Kapsel mit durchschimmernder Schnecke und dem Sacke. *m.* Verbindungsröhre (*sinus impar*) der beiden *sacculi*. *n.* Sack- und Schneckennerven.

Fig. 4. Vergr. $^2/_1$. Der *saccus lymphaticus paravertebralis* (*fossa auditoria*) geöffnet. *a.* Seitliches Hinterhauptsloch. *b.* Membran des Sackes. *c.* Vorderes Ende des *malleus*. *d.* Spinalnerven. *e.* Bandmasse zwischen *malleus* und *stapes*. *f. apertura externa atrii sinus imparis* ausgefüllt durch den *stapes g* und das *claustrum h*.

Fig. 5. Vergr. $^2/_1$. Dasselbe Präparat von *Cyprinus orfus* mit herausgerissenem *stapes*. *a.* Seitliches Hinterhauptsloch. *b.* Membran der *fossa auditoria*. *c. apertura posterior cavi sinus imparis* im *atrium*. *d. claustrum*. *e.* Vorderes Ende des *malleus*. *f.* Spinalnerv.

Fig. 6. Vergr. $^2/_1$. Hinterer Theil der ausgeleerten. Schädelhöhle von *Cyprinus orfus* mit geöffneter *cavitas sinus imparis*. *a. apertura posterior cavi sinus imparis*. *b. cavum sinus imparis* geöffnet durch Wegnahme der Deckplatten. *c.* Behälter für Sack und Schnecke. *d.* Verbindungsröhre der beiden *sacculi*. *e.* Vorderes, stumpfes Ende derselben. *f. recessus utriculi*.

Fig. 7. Vergr. $^4/_1$. Schädelhöhle von *Cobitis fossilis*, herauspräparirte Gehörorgane, vorderer Theil der Rückenmarkshöhle von oben geöffnet. *a.* Horizontaler Bogengang. *b.* Verbindungsröhre der beiden *sacculi*. *c.* Kapsel für Sack und Schnecke. *d. fossa hypophyseos*. *e.* Deckplatten des *cavum sinus imparis*. *f.* Rückenmarkshöhle. *g. stapes*.

Fig. 8. Vergr. 4/1. Schädelhöhle, Gehörorgane, Knöchelchen der Schwimmblase und Schwimmblasenkapsel von *Cobitis fossilis* präparirt. *a. introitus capsulae vesicae.* *b.* Röhre der Hämapophyse des zweiten Wirbels. *c.* Schwimmblase. *d. malleus.* *e.* Knochenstäbchen (*incus*) zur Verbindung mit dem *stapes.* *f.* Verdickung der *dura* an der Oberfläche des ersten Wirbels. *h. cavum sinus imparis* durch Wegnahme der einen Deckplatte geöffnet. *i.* Verbindungsröhre der beiden *sacculi.* *k.* Schnecken- und Sacculuskapsel. *l. fossa hypophyseos.*

Fig. 9. Vergr. 2/1. Gehirn, Gehörorgane und Rückenmark von *Clupea harengus*, von oben gesehen. *a.* Horizontaler Bogengang. *b. bulla posterior.* *c.* Knorpelartige, obere Commissur um den *aquaeductus vestibuli.*

Fig. 10. Vergr. 3/1. Schädelhöhle von *Clupea harengus* median durchschnitten. *a. basi-occipitale.* *b.* Durch die knorpelartige *dura* schimmernde Bogengangcommissur. *c.* Obere Knorpelverbindung mit dem durchschnittenen *lumen* des *aquaeductus.* *d.* Knorpelartige *dura* an der Schädelbasis. *e.* Scheidewand des lymphatischen Raumes an der Schädelbasis.

Fig. 11. Vergr. 2/1. Gehirn, Gehörorgan und *bullae osseae vesicae* von der Seite. *Clupea harengus.* *a. foramen ovale* mit *sacculus.* *b.* Schnecke. *c.* Zuleitungsrohr des häutigen Schwimmblasenkanals. *d. bulla posterior.* *e.* Vordere Ampullen. *f.* Mündung des *bulbus accessorius.* *g. bulla anterior.* *h.* Durch eine Membran verschlossene, seitliche Schädelöffnung.

Fig. 12. Vergr. 3/1. Gehörorgan, *cavum lymphaticum, bulla anterior* von *Clupea harengus* präparirt und von vorne gesehen. *a.* Vorderes Schwimmblasenende. *b.* Knochenraum für den *bulbus accessorius.* *c. bulla posterior.* *d.* Vordere Ampullen. *e.* Obere, knorpelartige Verdickung der *dura* mit durchschimmernden *aquaeductus vestibuli.* *f. bulbus accessorius.* *g. nervus utriculi.* *h.* Auf dem vorderen Ende der Schwimmblase in der *bulla anterior* gelegene Fortsetzung des Gewebes des *cavum lymphaticum* der Schädelbasis. *i.* Untere, knorpelartige Verdickung der *dura.* Decke des *cavum lymphaticum.* *k.* Schädelbasis.

XV.

Ueber den Bau des Gehörorganes von *Siredon pisciformis* und über die vergleichende Anatomie des Kiefersuspensorium.

Von

Dr. C. Hasse.

Mit Tafel XXIX.

In meinen bisherigen Arbeiten über das Gehörorgan der Wirbelthiere gelang es mir eine continuirliche Entwicklungsreihe dieses so wichtigen Sinnesorganes nachzuweisen. Von der einfachsten, bei den *Cyclostomen* vorkommenden Form sehen wir durch Umbildungen schon in den niedersten Formen nachweisbarer Theile immer grössere Complicationen auftreten, ohne dass dieselben aus dem Rahmen einer bestimmten Gesetzmässigkeit heraustreten. Immerhin zeigten sich jedoch bei den von mir beschriebenen Formen Lücken, die, wenn auch nicht das Wesen der Grunderscheinungen afficirend, dennoch sich störend geltend machten und deren Ausfüllung mit grösster Wahrscheinlichkeit eine weitere Bestätigung des innigen Zusammenhanges der Bildungen und der allmäligen Fortbildung zu höheren Formen bringen würde. Namentlich zeigte sich eine klaffende Lücke zwischen dem einfachen Gehörorgane der Teleostier und dem schon recht complicirten der Batrachier und andererseits zwischen Vögeln und Reptilien, und ich habe mich nun bestrebt, dieselben, wenn auch nicht vollkommen verschwinden zu machen, so doch wenigstens bis auf ein Minimum zu reduciren und ich freue mich, dass dabei weitere Stützen für meine Ansichten gewonnen und manchmal auch Gelegenheit geboten wurde, weniger sicher begründete zu berichtigen. Ich habe neben *Triton* und *Salamandra maculata*, auf deren Verhältnisse ich eingehender in der Schlussabhandlung zu sprechen kommen werde, vor allem *Siredon pisciformis*, den ich der Güte Kölliker's verdanke, und dann die Natter und das Crocodil untersucht und ich glaube damit, nachdem ich die Morphologie des häutigen

Gehörorganes der Säugethiere unter vergleichend anatomischen Gesichtspuncten berücksichtigt, der Arbeit über das Gehörorgan der Wirbelthiere ein Ziel setzen zu können, in der Hoffnung, dass dieselbe nicht vergebens und dass sie vor allen Dingen eine Anregung zu weiteren Forschungen auf diesem schwierigen Gebiete werden möge.

Eine eingehendere Darstellung des uns hier beschäftigenden Themas aus früherer Zeit existirt nicht und es hängt das wohl mit der bis in die jüngste Zeit hinein grossen Seltenheit des Untersuchungsmateriales zusammen, da im Uebrigen die Untersuchung in den allermeisten Puncten im Ganzen genommen wenig Schwierigkeiten bereitet, ja leichter auszuführen ist, wie manchmal bei den Fischen oder gar bei den Fröschen und Reptilien. Die ersten Notizen, sowohl über das häutige Gehörorgan wie über die Gehörkapsel und über das Gehörknöchelchen, finde ich in der bekannten Abhandlung von Windischmann[1]), die namentlich mit Bezug auf die *columella* vollständiger sind, als manche Angaben der später folgenden Autoren. Weitere Anhaltspuncte für die richtige Auffassung, namentlich der um die Gehörkapsel gelagerten Knochen, findet man in der schönen Abhandlung von Gegenbaur und Friedreich: »Der Schädel des Axolotl (*Siredon pisciformis*)«[2]). Vor allen Dingen habe ich aber der Arbeit von Calori: »Sull anatomia del Axolotl«[3]) Erwähnung zu thun, die, sowohl was Text, als namentlich auch Abbildungen betrifft, viele schätzenswerthe Aufklärungen giebt. Ich werde an den betreffenden Orten auf alle diese Angaben zurückkommen.

Meine Untersuchungen erstrecken sich auf Thiere des verschiedensten Alters und es ist nicht unwichtig darauf von vorne herein aufmerksam zu machen, da namentlich die Kapsel des Gehörorganes in den verschiedenen Altersstufen Differenzen zeigt, die, wie ich aus eigener Erfahrung weiss, leicht zu unvollkommenen Vorstellungen führen können, wenn man, wie es bei mir der Fall, nicht gleich im Anfange vollkommen ausgewachsene Thiere zur Disposition hat.

Der Gehörapparat des Axolotl bietet zunächst insofern ein besonderes Interesse, als wir hier zum ersten Male in sehr einfacher Form einen Schallzuleitungsapparat auftreten sehen, von dem es mir jedoch, worauf ich später zurückkomme, einigermassen zweifelhaft, ob derselbe wirklich als solcher eine so hervorragende Rolle spielt, wie das ja bei allen höheren Thierclassen der Fall, und ob nicht vielmehr die Schallzuleitung wesentlich durch Hülfe der Schädelknochen zu Stande kommt. Immerhin begründet diese Bildung, abgesehen von den Besonderheiten des

1) De penitiori auris in amphibiis structura. 1831.

2) Berichte von der königlichen zootomischen Anstalt zu Würzburg für das Schuljahr 1847—48.

3) Memorie dell'academia, delle science, dell'istituto di Bologna. Tom. III. Fasc. 3.

Gehörbläschens selber und deren Kapsel, eine höhere Stufe der Entwicklung gegenüber sämmtlichen Fischen, eine Entwicklung, die Hand in Hand geht mit der Reduction des Kiemenapparates. Die Gehörkapsel, das knöcherne Labyrinth, welches, wie ich wohl kaum besonders hervorzuheben brauche, da sämmtliche Wirbelthiere dasselbe Verhalten zeigen, zwischen der Durchtrittsstelle des *vagus* und *trigeminus* (Fig. 3 *a. h*, Fig. 4) an der Seitenwand des Schädels sich findet, ist wie bei den Fischen nach aussen, hinten von dem Kiemenapparate (Fig. 1 *m*) und nach aussen von dem Kieferstützapparate (Fig. 1 *g. k*), dem *palatoquadratum*, überlagert. Auf das Verhältniss des ersteren werde ich nur in soweit zu sprechen kommen, als es zum näheren Verständniss des uns beschäftigenden Gegenstandes nothwendig ist.

Das Kiefersuspensorium liegt weder vollständig, wie bei den Eidechsen und Schildkröten, noch unvollständig (ein Theil des *os squamosum*), wie bei den Fröschen, unmittelbar unter dem Integumente, sondern zeigt sich, wie bei den Fischen und Schlangen, von starken Muskeln bedeckt und zwar vorne vom *masseter* (Fig. 1 *d*), aussen von dem *depressor maxillae* (Fig. 1 *c*) und hinten von dem *abductor superior* der Kiemenbogen (Fig. 1 *a*, Calori Fig. 15). Diese trennen dasselbe vollkommen von der Haut. Nur eine geringfügige, leistenartige Erhebung, die zum Ursprunge der Muskeln dient (Fig. 1, Calori Fig. 15 *c*), an dem Uebergange des horizontalen in den schräg nach abwärts gehenden Theil des *suspensorium*, macht in dieser Beziehung eine Ausnahme. Es scheint mir nicht ganz unwichtig dieses Umstandes, dass nur ein sehr minimaler Theil des *palatoquadratum* unmittelbar unter dem Integumente zu liegen kommt, Erwähnung zu thun, da wir ja zum ersten Male bei den Batrachiern, bei denen sich der äussere Rand des *squamosum* (Taf. XVIII, Fig. 9 *c*) und der mit ihm vereinigte obere Theil des *quadratum* zwischen dem *depressor maxillae* und den Kaumuskeln unter die Haut vorschiebt, ja sogar in der Weise, dass das *squamosum*, der obere Theil des Kiefersuspensorium einen Fortsatz (den vorderen Arm des *tympanicum*, Ecker) vor dem *temporalis* weg unter das Integument schickt, eine Differenzirung der äusseren Haut in Gestalt des Trommelfelles auftreten sehen, während wir bei denjenigen Thieren, bei denen, wie bei den *Perennibranchiaten*, ja weiter sogar den Schlangen, das *suspensorium* zum grössten Theil von Muskeln bedeckt ist, keine solche Bildung finden. Ob überhaupt ein Causalzusammenhang, wie es fast den Anschein hat, zwischen der Differenzirung des Integumentes zum Trommelfell und der totalen oder partiellen, subcutanen Lagerung des Kiefertragapparates vorhanden ist, und in diesem Falle, welcher, darüber vermag ich nichts weiter auszusagen. Immerhin mag auf die Möglichkeit eines solchen Zusammenhanges aufmerksam gemacht sein. Erklärlich wird aber durch

die Ueberlagerung des *suspensorium* von Seiten der Muskeln, wie der Gehörknöchelchenapparat, der mit demselben in unmittelbarem Zusammenhange steht, bei diesen Thierclassen sich nicht mit dem Integumente, mag dasselbe sich nun modificiren oder nicht, verbinden kann.

Das Kiefersuspensorium, dessen Entwicklung, wie wir bereits früher gesehen, bei dem grössten Theile derjenigen Thiere, denen die Kiemen mangeln, mit der Ausbildung der Paukenhöhle, der wir zum ersten Male bei den Fröschen begegnen, Hand in Hand geht und das ausserdem, wie schon vorhin angedeutet, bei denjenigen, denen ein *cavum tympani* und ein Trommelfell fehlt, zur Befestigung des Schallzuleitungsapparates dient, wollen wir nun zunächst in Betracht ziehen und das umsomehr, weil ich damit Gelegenheit finde, einige Irrthümer in meiner Abhandlung über das Gehörorgan der Fische zu berichtigen. Zugleich hoffe ich die allgemeinen morphologischen Verhältnisse desselben etwas klarer und besser begründet hinstellen zu können, als es bis dahin von mir geschehen.

Durch ein weiteres Studium, welches ich im letzten Jahre der allgemeinen Morphologie des Schädels gewidmet, bin ich zur Klarheit darüber gekommen, dass die Homologien, welche ich zwischen dem *hyomandibulare* und *symplecticum* einerseits, und dem *quadratum* andererseits, dann zwischen dem *quadratum* (Gegenbaur) und dem *quadratojugale* der Batrachier und einiger höherstehenden Thiere aufstellte und die mit den von Hallmann geäusserten Anschauungen identisch, falsch und dass Gegenbaur's Ansicht richtig, dass das *hyomandibulare* und *symplecticum*, ein bei den Teleostiern in voller Entwicklung vorhandenes Knochenpaar in den nächstfolgenden, höheren Thierclassen als solches verschwindet und dass das von Hallmann und mir als *quadratojugale* bezeichnete Knochenstück in der That dem *quadratum* der höheren Thiere homolog. Ich schliesse mich dabei vollkommen den Gründen an, die Gegenbaur in der zweiten Auflage seiner vergleichenden Anatomie dafür entwickelt. Meine Folgerung mit Bezug auf die Gelenkverbindung des Unterkiefers mit den Kiefergerüstknochen bei den Batrachiern muss demnach auf anderer Basis aufgebaut werden, und dazu bin ich jetzt, da ich die Mittelglieder, die *Perennibranchiaten*, in Betracht gezogen, besser im Stande. Der Fehler lag darin, dass ich bei Aufstellung der Homologien viel zu sehr die Teleostier habe in den Vordergrund treten lassen, während vorzugsweise die *Plagiostomen* die Grundlage für eine Vergleichung hätten bilden müssen, wie Gegenbaur dasselbe in der neuesten Zeit mit immer steigendem Erfolge thut. Das erhellt bei der Betrachtung des Kiefersuspensorium von *Siredon pisciformis*, das, wie ich bei Vergleichung der mir zugängigen übrigen *Perennibranchiaten*, *Proteus anguineus* und *Siren lacertina* finde, wohl die niederste Form repräsentirt, auf das Klarste.

Erscheint bei den Teleostiern das *hyomandibulare* und *symplecticum* als Zwischenglied zwischen den Knochen des Kiefergerüstes, dem *palatoquadratum* und der Schädelhinterfläche, speciell des Aussenrandes der oberen Wand der Labyrinthkapsel, der durch das *os squamosum* gebildet wird, das ich jetzt nicht mehr mit dem *os squamosum* der Batrachier und der höheren Thiere, sondern lieber mit dem äusseren Fortsatze der Gehörkapsel, der sich auch bei den *Plagiostomen* findet und den ich früher als *processus squamosus* des *prooticum* beschrieben und als dem *tegmen tympani* der Menschen gleichwerthig gesetzt habe, homologisiren möchte, so finden wir bei *Siredon*, wie bei den *Selachiern*, das *palatoquadratum* direct mit dem Schädel in Verbindung stehend. Es ist, wie bei diesen Thieren, eine Knorpelmasse, welche in grosser Ausdehnung mit dem Primordialkranium in Verbindung tritt und zwar an der Schädelbasis mit dem Homologon des *basisphenoidale* und der *ala magna*, von denen das erstere noch knorpelig nach unten von dem *parasphenoidale* bedeckt ist, und somit auch mit dem unteren Theile der Gehörkapsel und ferner vor allem mit dem alsbald zu erwähnenden *processus squamosus* des *prooticum*. Diese nach vorne, aussen und abwärts gekrümmte Knorpelmasse (Fig. 2), die an ihrem freien Ende die Gelenkverbindung mit dem Unterkiefer zeigt und von den vorhin geschilderten Muskeln überlagert ist, zeigt nun aber insofern eine höhere Differenzirung, als dieselbe, wie es Gegenbaur und Friedreich sehr schön zeichnen und beschreiben, mehrere Verknöcherungen theils an der Oberfläche, theils im Inneren aufweist, die sich bei den höheren Classen in weiterer Entwicklung als selbständige Schädelknochen darstellen. Ein nach vorne zum *palatinum* ziehender Fortsatz, der vorzugsweise von demjenigen Theile der Knorpelmasse ausgeht, welcher mit den an der Schädelbasis befindlichen Theilen der Spitze der Gehörkapsel, dem *basisphenoidale* und der *ala magna*, in Verbindung tritt, verknöchert grösstentheils zum *pterygoideum*, und erklärt somit, wenn der Ossificationsprocess vollständig auch die soeben erwähnte knorpelige Partie ergriffen, wie bei den *Salamandrinae* und *Batrachia* das *os pterygoides* mit den an der Schädelbasis befindlichen Knochen, die ich bei den Fröschen geschildert, articuliren kann. Ferner zeigt sich, nach Art eines Belegknochens, auf der gekrümmten Aussen- und Oberfläche der Knorpelmasse, die in den *processus squamosus* des *prooticum* (Fig. 4) übergeht, ein oberhalb der Gehörkapsel mit dem *parietale* zusammenstossender Knochen (Fig. 1, Fig. 2), der etwas oberhalb der Articulation mit dem Unterkiefer zugespitzt endet. Diesen erachte ich als das Homologon des *os squamosum*, der *squama ossis temporum* der höheren Thiere, ich glaube aber, wie schon vorhin erwähnt, nicht, dass er dem *squamosum* der Teleostier gleichwerthig. Er tritt hier zum ersten Male als Belegknochen des Palatoquadratknorpels auf, während das *os*

squamosum der Teleostier am Schädel selbst gebildet wird, ja durch das *hyomandibulare* und *symplecticum*, die nicht dem *palatoquadratum* zugehörig, von dem eigentlichen Kiefersuspensorium getrennt ist. Dieser Knochen besitzt in der Höhe des Aussenrandes der oberen Fläche der Labyrinthkapsel die schräg nach hinten und abwärts ziehende, niedrige Leiste (Fig. 1 *h*), die den früher erwähnten Muskeln zur Anheftung dient. Die dritte Verknöcherung finden wir vorne, unten von der Spitze des *os squamosum* an dem Gelenktheile zur Verbindung mit dem Unterkiefer Diese zeigt oben eine Spitze und ist unten verbreitert und bildet damit einen Theil der Gelenkfläche, und zwar den äusseren, während der innere als unverknöcherter Theil des *palatoquadratum* knorpelig erscheint. Diesen Knochen betrachte ich mit Gegenbaur und Friedreich als das *quadratum*, trotzdem mir anfänglich ein Verhalten bei *Siren lacertina* den Gedanken nahe legte, ob wir es nicht als ein *quadratojugale* aufzufassen hätten. Ich fand nämlich an der einen Hälfte des in unserer Sammlung befindlichen Schädels, an der Hinterfläche des der Gehörkapsel angelagerten Knochens des Kiefersuspensorium, der dem *squamosum* des Axolotl homolog, eine feine Furche, die ganz den Eindruck macht, als sei hier ursprünglich eine Trennung in einen oberen Deckknochen, dem eigentlichen *squamosum*, und in ein darunter liegendes *quadratum* vorhanden gewesen, welch letzteres sich nur dadurch von dem des *Siredon* unterscheidet, dass es den ganzen Rest des Palatoquadratknorpels absorbirt und es wäre dann in diesem Falle der bei *Siren* vorkommende selbständige Knochen, der die Articulation mit dem Unterkiefer vermittelt, scheibenförmig gestaltet ist und mit Bezug auf die Lagerungsweise mit dem *quadratum* des Axolotl übereinstimmt, anders zu deuten. Allein da diese Andeutung einer Trennung auf der anderen Seite fehlt, so will ich bis auf Weiteres darauf kein besonderes Gewicht legen, und den oberen Theil des Kiefersuspensorium dieser Thiere als *squamosum* und diesen unteren Gelenkknochen als *quadratum* in Anspruch nehmen. Immerhin würde aber eine Vergleichung verschiedener Schädel und verschiedener Entwicklungszustände des Schädels, wozu mir leider das Material fehlt, mit Bezug auf diesen Punct am Platze sein.

Zeigt nun somit *Siren lacertina* ein *os squamosum* und *quadratum*, ersteres zur Verbindung mit dem Schädel, letzteres zur Verbindung mit dem Unterkiefer, gerade wie bei *Siredon*, so frägt sich jetzt, worin liegt denn die höhere Stufe der Entwicklung bei *Siren*, wie ich sie gleich zu Anfang als vorhanden behauptet, und wie zeigt sich das *pterygoideum*? Letzteres finde ich nicht angedeutet. Es müsste in dem Reste der *cartilago palatoquadrata* vorhanden sein, welcher sich von dem *quadratum* medianwärts zum *parasphenoidale* erstreckt und wie bei *Siredon* nach unten hin einen Canal abschliesst, welcher von vorne nach hinten, lateralwärts

von der Gehörkapsel, das Kiefersuspensorium durchsetzt (Fig. 2). Ich finde jedoch darin an dem vor mir liegenden Schädel keine Spur einer Ossification. Dennoch ist ein weiterer Fortschritt insofern vorhanden, als das *os quadratum* sowohl, wie das *squamosum* den ganzen Rest des über, respective unter ihnen gelegenen Knorpels absorbirt hat und dass somit das Kiefersuspensorium vorzugsweise aus Knochen besteht, während es bei *Siredon* im Wesentlichen noch knorpelig erschien. Das ist nun in einem noch höheren Grade bei *Proteus anguineus* der Fall, den ich somit in dieser Beziehung über *Siren* und in die unmittelbarste Nähe der *Salamandrinae* stelle, insofern bei diesen Thieren die gesammte *cartilago palatoquadrata* verschwunden und den sich daraus entwickelnden Knochen Platz gemacht hat und zwar in einer Weise, die den Verhältnissen der höheren Amphibien nahe steht. Das *os squamosum*, welches sich, wie bei *Siredon*, über der Gehörkapsel dem *os parietale* anlegt und die Verbindung mit dem Schädel vermittelt, ragt mit seiner Spitze viel weniger weit abwärts. Dafür hat aber das *os quadratum*, das durch eine feine Schuppennaht an der Mitte der Aussenfläche des Kiefergerüstes von dem *squamosum* getrennt ist, eine weit grössere Ausdehnung gewonnen und nähert sich in seinem oberen Theile, von dem unteren Ende der Schuppe überdeckt, weit mehr der Gehörkapsel und zwar dem *processus squamosus* derselben, während wir ihn bei *Siredon* sowohl, als bei *Siren* nur als einen wenig ausgedehnten Knochen am Unterkiefergelenk trafen. Auch bei *Proteus* bildet der Quadratknochen das Unterkiefergelenk, allein nicht ausschliesslich, sondern auch das medianwärts gelegene *os pterygoides* nimmt daran Theil und zwar mit einem lateralen Fortsatze, was nur dann bei *Siredon* der Fall sein würde, wenn dasselbe den medianwärts vom *quadratum* gelegenen Knorpelrest absorbirt. Dieser Knochen zeigt auch darin eine weitere Entwicklung, dass er sich direct, nicht, wie bei *Siredon*, durch Vermittlung eines Knorpelrestes des *palatoquadratum* mit der Schädelbasis einerseits und andererseits nach vorne zu mit Bestandtheilen des Oberkieferapparates verbindet. Diese Theilnahme des Flügelknochens an der Bildung des Gelenkes für den Unterkiefer findet sich ähnlich bei *Salamandra maculata*, wenn auch nicht bei *Triton*. Dort ist die Oberkiefer- und Schädelbasisverbindung vorhanden, wie das ja auch bei *Rana* der Fall, bei welchen wir ja zuerst sicher nachweisbar ein *quadratojugale* auftreten fanden (Taf. XVIII, Fig. 9 *a*).

Das *os quadratum* und *squamosum* sehen wir bei den *Salamandrinae* sich ähnlich wie bei *Proteus* verhalten, insofern jeder Knochen etwa die Hälfte des senkrechten Theiles des *palatoquadratum*, das *quadratum* die untere, das *squamosum* die obere einnimmt und zwar so, dass der untere Theil der Schuppe den oberen Theil des *quadratum* deckt. Wir finden aber, und das ist für mich von Wichtigkeit, die Trennung dieser beiden

Knochen bei *Triton* sowohl, wie bei *Salamandra maculata* viel geringfügiger und undeutlicher als bei *Proteus*, wo wir dieselbe wenigstens als eine feine Schuppennaht auftreten sahen, und als solche ist sie wahrscheinlich nur bei jugendlichen Exemplaren nachweisbar. Ich finde die Trennungsgrenze namentlich bei *Salamandra*, weniger bei *Triton*, der sich mehr dem *Proteus* nähert, insofern hier an der Spitze des *squamosum* eine feine Naht nachweisbar ist, in einer feinen Furche angedeutet, und es bilden somit bei den ersteren die beiden Knochen, die bei *Siren*, *Siredon* und bei *Proteus* vollständig getrennt waren, mehr eine zusammenhängende Masse, und das ist um so interessanter, weil wir wissen, dass bei den Batrachiern mit gleich zu erwähnenden Unterschieden dasselbe stattfindet und erst wieder in der höheren Classe der Reptilien eine neue Trennung sich geltend macht. Bei *Rana* stellte sich ja das Verhalten der beiden Knochen so, dass das auf ein kleines Knochenstückchen reducirte, mehr auf der Aussenkante des *processus squamosus prootici*, des *tegmen tympani*, sitzende *os squamosum*, das nach vorne abwärts einen Fortsatz sendet, den vorderen Arm des *tympanicum*, nach Ecker, auf seiner Unterseite fest mit ihm verwachsen, das lange, nach hinten abwärts ragende, im oberen Theile hakenförmig nach hinten gebogene *os quadratum* trägt (hinterer Arm des *tympanicum*, nach Ecker). Die Trennung zwischen den beiden Knochen, die in der Classe der Reptilien auftritt, ist dabei, wie ich früher weiter ausgeführt, durch eine feine Linie unter dem *squamosum*, am oberen hakenförmig gebogenen Ende des *quadratum* angedeutet, die zugleich den Ansatz für die *membrana tympani* abgiebt. Das *os squamosum* reducirt sich also von den *Perennibranchiaten* bis zu den *Batrachiern* Hand in Hand mit der Grössenzunahme des *quadratum* und zwar ganz allmälig. Wenn nun ein starker Unterschied zwischen dem *squamosum* der *Ranae* und dem des gefleckten Salamanders vorhanden ist, so finde ich doch, dass auch hier Verbindungsglieder vorhanden und als solches erscheint mir *Ceratophrys dorsata*, dessen *squamosum* an Grösse nicht hinter der des *quadratum* zurücksteht und, abgesehen von dem für die Frösche characteristischen, vorderen Fortsatze zum Verschluss der Augenhöhle, auch den bei den *Salamandrinen* und den *Perennibranchiaten* vorkommenden, auf die Aussenseite des *quadratum* bis oberhalb der Gelenkfläche des Unterkiefers hinunterragenden und spitz endenden Fortsatz zeigt. Schuppe und Quadratbein bilden aber auch bei diesen Thieren im erwachsenen Zustande eine untrennbare Masse.

Was nun die Stellung des Kiefersuspensorium betrifft, so lassen sich auch da gerade, wie bei der Zusammensetzung höchst interessante, allmälige Uebergänge von den niederen zu den höheren Formen nachweisen, die wohl, wie ich schon in meiner Arbeit über das Gehörorgan der Frösche andeutete, ihren Grund in der Hand in Hand mit der

Reduction und dem zu einer immer früheren Entwicklungsperiode auftretenden Verschwinden des Kiemenapparates fortschreitenden Entwicklung der Kiefertheile von vorne nach hinten haben. Die wachsende Masse der Kiefertheile dreht dabei das Suspensorium um eine transverselle Axe, die wir uns durch die beiden Befestigungspuncte desselben an der Spitze des *processus squamosus* der Labyrinthkapsel gelegt denken können, so dass der unterhalb gelegene Theil des *palatoquadratum*, das *os quadratum* mehr nach hinten, das *squamosum* dagegen, wenigstens der obere Theil desselben, mehr nach vorne rückt. Die beiden Extreme finde ich bei *Proteus* und *Rana*. Dies Verhalten könnte überraschen, da wir doch bei unseren bisherigen Betrachtungen *Siredon* an das eine Ende der Reihe stellen mussten und wollen wir nicht annehmen, die Richtigkeit des Bisherigen vorausgesetzt, dass der Kiemenapparat beim *Proteus* relativ stärker als beim *Axolotl* entwickelt, wofür ich keine genügenden Anhaltspuncte finden kann, so muss noch ein weiterer Grund vorhanden sein und ich glaube derselbe liegt in der Stärke des hinter dem Auge, vor dem Suspensorium gelegenen Muskelapparates, der mir relativ bedeutender bei *Siredon* erscheint und für den durch eine weniger schräge Stellung des *palatoquadratum* nach vorne Platz geschafft werden muss, um so mehr da die Augen bedeutender entwickelt. So sehen wir denn den oberen Theil des *squamosum*, der sich beim *Proteus* am weitesten nach hinten mit den Knochen des Schädeldaches verbindet, das *quadratum* am weitesten nach vorne ragen, während das bei *Siredon* etwas weniger der Fall, noch weniger bei *Siren*, dessen *squamosum* noch wie bei den soeben genannten Thieren dem *occipitale laterale* und zwar der oberen Kante desselben anliegt, bei *Proteus* sogar ein wenig nach hinten überragt. Die Gelenkverbindung mit dem Unterkiefer liegt bei den *Perennibranchiaten* wie bei den Fischen, Teleostiern sowohl wie Ganoiden und Plagiostomen stets vor und unterhalb des vorderen Theiles der Gehörkapsel. Bei *Triton* und *Salamandra maculata* ist dann das Quadratbein noch senkrechter gestellt und bei letzterem nur sehr wenig nach vorne gewandt. Die Unterkiefergelenkfläche ist bei *Triton* wenig vor und unter der Gehörkapsel gelagert, beim Salamander dagegen schon nach aussen und unten, dabei hat sich aber gleichzeitig der obere Theil des *squamosum* von dem oberen Rande des *occipitale laterale* mehr nach vorne entfernt und lässt somit bei *Salamandra* mehr, bei *Triton* weniger, einen grösseren Theil der Oberfläche der Gehörkapsel frei. Das ist in einem noch höheren Masse bei *Ceratophrys* und *Rana* der Fall, bei denen das untere Ende des *quadratum* mit der Gelenkfläche hinter und unter der Gehörkapsel zu liegen kommt, während das *squamosum* weiter nach vorne gerückt ist und sich weit von dem *occipitale laterale* entfernt hat. Damit ist fast das grösste Mass des nach hinten Rücken des *pala-*

toquadratum erreicht, das übrigens, wie wir sehen werden, unter den Reptilien bei den Schlangen sich findet, und wir finden dann bei den höheren Thieren Hand in Hand mit der Bildung des Halses und der dort gelagerten Organe sammt der Ausbildung der Schädelhöhle den Process in der umgekehrten Richtung fortschreiten.

Haben wir nun so die Zusammensetzung des *palatoquadratum* bei den Amphibien, die Beziehungen der einzelnen Theile desselben zu einander in den verschiedenen Species und ihr Verhältniss zu denen der tieferstehenden Classe der Fische und denen der höherstehenden Reptilien, und ferner die Lageveränderungen, die dasselbe allmälig erfährt, etwas näher verfolgt, so möchte es zunächst wohl von Interesse sein die Verhältnisse des *suspensorium*, namentlich des *squamosum* zu dem Schädel, speciell zu der Gehörkapsel und den benachbarten Knochen, etwas näher festzustellen. Dieses ist theilweise schon, namentlich mit Bezug auf das *occipitale laterale*, geschehen, allein nur hier und da andeutungsweise, aber nicht genügend behandelt. Es werden damit dann die Gesichtspuncte, die ich namentlich in der Arbeit über die Morphologie des Gehörorganes der Frösche über die vergleichende Anatomie der Knochenkapsel des Gehörorganes, des *os petrosum* und des Schallzuleitungsapparates eröffnet, eine wesentliche Erweiterung erfahren.

Sehen wir bei den Fischen, den Teleostiern sowohl wie den Plagiostomen, die Oberfläche des knöchernen, respective knorpeligen Gehäuses im Bereiche des Hinterhaupttheiles des Schädels grösstentheils unmittelbar unter dem Integumente gelagert und somit befähigt, die sie direct treffenden Schallwellen zum häutigen Gehörorgane fortzuleiten, so sehen wir dagegen bei sämmtlichen Amphibien nicht unmittelbar, auch nicht einmal zum Theil, dieselbe unter der Haut der Schädeloberfläche liegen, sondern sie wird in mehr oder minder starker Entwicklung vor allen Dingen von der Kau- und Rückenmuskulatur (Fig. 1) und dann je nach den verschiedenen Classen in verschiedener Ausdehnung von den Knochen des Schädeldaches, respective des Kiefersuspensorium, speciell vom *squamosum* überlagert. Das Verhältniss lässt sich dahin präcisiren, dass bei der niedersten Form der Amphibien unter der überlagernden Muskulatur die Labyrinthoberfläche grösstentheils von Knochen, *parietale, occipitale laterale* und *squamosum* bedeckt ist, während bei der höchsten der grösste Theil frei unter den Muskeln liegt. Die niederste Stufe zeigen *Siredon* und *Proteus*, die höchste *Rana*, und der Grund dieser ganzen Erscheinung liegt wesentlich in der Reduction des *os squamosum*, weniger in der Rückbildung der beiden anderen Knochen, namentlich des *occipitale laterale*. Von den Fröschen angefangen durch die Classe der Reptilien hindurch bis zu den Vögeln und weiter den Säugethieren und den Menschen, tritt dann aufs Neue die Erscheinung auf, die ich

früher in allen ihren Consequenzen in der Arbeit über das Froschgehörorgan ausführlich geschildert, das Ueberwachsenwerden der Oberfläche der Gehörkapsel von Seiten namentlich des *squamosum* und des *parietale* bei Reptilien und Vögeln und weiterhin bei den Säugern und den Menschen von Seiten des *cavum cranii.*

Diese Erscheinung nun, dass die soeben aufgeführten Knochen bei den niedersten Amphibien grösstentheils die obere Wand des knöchernen Labyrinthes bedecken, macht sich nun nicht etwa in dieser Thierclasse ohne Vermittlung der Verhältnisse bei niedrigeren Thierformen, vor allen Dingen der Teleostier, geltend, die ja gesonderte Schädelknochen besitzen, sondern wir sind im Stande, unmittelbar an diese anzuknüpfen und die Erscheinung bei den Amphibien daraus ohne Zwang abzuleiten. Wir finden ja, dass bei diesen Thieren die Labyrinthkapsel, als *pro-*, *epi-* und *opistoticum* unvollständig das häutige Gehörorgan umhüllend, an der Oberfläche innen von dem *occipitale superius*, dem *parietale*, ja sogar dem *postfrontale* ergänzt wird, während hinten an der Ergänzung sich das *occipitale laterale* betheiligt. Wenn nun die Kapsel, die bei den Teleostiern, wie bei den *Cyclostomen*, nach innen gegen die Schädelhöhle weit offen steht, sich, wie es bei den Amphibien der Fall, vollständig bis auf geringe Lücken knöchern schliessen soll, so kann das ja nur dadurch geschehen, dass die Knochen, die die Gehörkapsel eigentlich constituiren, nach innen hin einander entgegenwachsen, und dann müssen sich dieselben an der Oberfläche unter das *parietale* und die übrigen Knochen des Schädeldaches wegschieben und von ihnen überlagert werden. Nimmt man dann noch hinzu, dass sich das Kiefersuspensorium aussen oben direct an die Gehörkapsel lagert und auswächst, dass gleichzeitig das *parietale* und das *occipitale laterale* sich vergrössern, so begreift man, wie bei den niedersten Amphibien die obere Fläche der Gehörkapsel zum überwiegenden Theile von den accessorischen Knochen desselben überlagert ist. So, meine ich, ist auf die einfachste Weise an der Hand der Thatsachen die Erscheinung erklärt und die Continuität der Entwicklung auch hier hergestellt.

Gehen wir nun etwas näher auf die Einzelheiten ein, so finden wir bei *Siredon,* als der niedersten Form, dass der oberhalb der Ansatzleiste der Muskeln befindliche Theil (Fig. 1 *g*, Fig. 2 *f*) des *os squamosum* horizontal nach innen gebogen und zu einer breiten Platte umgewandelt das vordere, äussere Drittel der oberen Fläche der Labyrinthknochen deckt, während das *parietale* von innen, vorne sich heranschiebend das vordere, innere Drittel überlagert (Fig. 1 *e*). Hinten und innen bedeckt dann oberhalb der Durchtrittsstelle des *vagus* das *occipitale laterale* (Fig. 2 *e*) einen kleinen Theil der Oberfläche und zwar so, dass zwischen diesen drei Knochen hinten und aussen ein Theil der Oberfläche des

Gehäuses (Fig. 1 *f*, Fig. 2) unbedeckt, unmittelbar unter den Muskeln gelagert erscheint. Ich weiche somit in der Auffassung des seitlichen Hinterhauptbeines von der Ansicht Gegenbaur's, Friedreich's und Calori's ab, welche übereinstimmend das Verhältniss des *occipitale laterale* so auffassen und zeichnen, dass dieser Knochen sich in einer Naht mit dem *parietale* und *squamosum* verbindend das hintere Drittel der Oberfläche vollkommen deckt. Ich habe eine so weite Ausdehnung des *occipitale laterale* nicht finden können, sondern, wenn ich auch eine Verschmelzung desselben mit dem *opistoticum* zugebe, so finde ich doch, namentlich bei durchfallendem Lichte, an der Mitte des oberen Umfanges des *foramen vagi* nach oben und innen eine Trennungslinie zwischen dem weiss erscheinenden, seitlichen Hinterhauptsbeine und dem dunkleren *opistoticum* (Fig. 2 *e*) verlaufen, so dass, wenn auch *occipitale laterale* und *parietale* aneinanderstossen, das *squamosum* doch von ersterem getrennt ist. Bei *Siren lacertina* sehen wir etwas andere Formverhältnisse, die an das gleich zu schildernde Verhalten beim *Proteus* erinnern. Der obere Theil des *squamosum* ist nicht eine nach innen gebogene, horizontale Platte, sondern ein sichelförmig von hinten nach vorne über den äusseren Theil der Oberfläche des Labyrinthes verlaufender Knochen, dessen Spitze an den äusseren Theil des oberen Randes des flügelartig ausgebreiteten *occipitale laterale* anstösst, welches nicht, wie bei *Siredon*, eine Strecke auf die obere Fläche übergreift, sondern an der hinteren Grenze derselben, wie bei den übrigen Amphibien, sein Ende findet. Dann zeigt *Siren* das Abweichende, dass das *parietale* sich nicht mit dem Innenrande des *squamosum* verbindet, sondern zwischen beiden zeigt sich ein nach vorne hin sich erweiternder, dreieckiger Raum in dem die Oberfläche der knöchernen Gehörkapsel frei unter den Muskeln liegt. Das *parietale* erstreckt sich von vorne nach hinten über das ganze innere Drittel der Oberfläche, jedoch möchte ich die Frage offen lassen, ob nicht hinten, wie bei den Fischen, ein *occipitale superius* daran participirt. Ich habe freilich hinten am *parietale* keine deutliche Naht getroffen, allein der Knochen macht dort den Eindruck, als ob in früherer Zeit eine Trennung stattgefunden. Beim *Proteus* bildet der obere Theil des *squamosum* wieder eine breite, aber nicht nach innen gewandte, sondern, wie bei *Siren*, eine sich von vorne nach hinten über die Oberfläche der Labyrinthknochen biegende, nach hinten in eine Spitze auslaufende Platte, die nicht den oberen Rand des flügelartig ausgebreiteten, die hintere Kante der Oberfläche der Gehörkapsel bildenden und hinten, aussen in einen starken Vorsprung ausgewachsenen *occipitale laterale* erreicht. Dafür legt sich dasselbe aber, wie bei *Siredon*, an die Aussenkante des *parietale*, das hier schwächer, wie bei den vorigen Formen, entwickelt, nur wenig die obere Fläche bedeckt. So bildet sich auch bei

diesen Thieren zwischen den drei Knochen nach hinten ein Raum, in dem die Oberfläche des knöchernen Gehäuses des Gehörorganes unter den Muskeln liegt. Das ist in einem noch erhöhten Masse bei *Triton* der Fall, bei denen das *squamosum* eine ähnliche Platte über der Kapsel wie bei *Siredon* bildet, die sich aber nur in dem vorderen Drittel mit dem nur ein wenig hinübergelagerten *parietale* verbindet und hinten an den oberen Rand des seitlichen Hinterhauptbeines stösst und nur das äussere Drittel der oberen Fläche deckt. Beim Salamander ist der freie Theil noch grösser, da sich das *squamosum* nicht von vorne nach hinten über die Kapsel legt, sondern nur das vordere äussere Drittel bedeckt und dort mit dem den vorderen, inneren Theil überlagernden *parietale* zusammenstösst. Diese wenig ausgedehnte Verbindung der beiden Knochen ist dann bei den *Ranae* dadurch vollkommen aufgehoben, dass das *squamosum* weiter reducirt nicht die obere Fläche bedeckt, sondern sich mit der Spitze des vorne weit nach aussen vorspringenden *processus squamosus prootici*, dem Homologon des *os squamosum* der Fische, des *tegmen tympani* des Menschen verbindet. Bei *Ceratophrys* ist der letzte Rest einer Verbindung zwischen dem bei diesen Thieren noch stark entwickelten *os squamosum* und dem *parietale* vorhanden, allein die Verbindung findet nicht oberhalb des knöchernen Labyrinthes, sondern nach oben und vorne von demselben als hintere Begrenzung der *orbita* statt.

Nach dieser Schilderung der allgemeinen morphologischen Verhältnisse des Kiefersuspensorium der Amphibien wende ich mich wieder zurück zu *Siredon*. Ich habe bereits im Anfange der Lagerung des Kiefersuspensorium zur Haut und zur Muskulatur Erwähnung gethan und wir haben gesehen, dass *temporalis* und *masseter* vorne (Fig. 1 *d*), der *depressor maxillae* (Fig. 1 *c*) aussen und hinten und der *abductor* hinten (Fig. 1 *a*) das Kiefersuspensorium überlagert und ich möchte nun noch, bevor ich weiter gehe, besonders auf einige Verhältnisse der Nerven und Gefässe aufmerksam machen, die mir einiges Interesse zu bieten scheinen, und für die namentlich auch die Abbildungen von Calori (Fig. 3 u. 18) meinen Abbildungen ergänzend zur Seite treten können. An der Hinterseite des unteren Endes des *squamosum* finde ich einen Nerven ziehen (Fig. 1), der sich in der Haut des Unterkiefers verliert. Derselbe verläuft oberhalb der Schleimhaut des Rachens und stellt sich bei Calori (Fig. 19) als ein nach vorne gehender Zweig des ersten Branchialnerven (Fig. 18) dar. Es scheint, als ob er in der That, nachdem er über die gleich zu erwähnende *carotis*, hinter der Gehörkapsel weggelaufen (Fig. 1 *l*) aus demselben seinen Ursprung nimmt. Ich sehe demnach den Ursprung desselben weiter nach innen als Calori. Derselbe ist homolog dem Aste, den ich in der Arbeit über das Gehörorgan der Frösche (Taf. XVIII, Fig. 2 *c*) als den Verbindungsast des *vagus* mit

dem *trigeminus* aufgeführt habe und er hat mein lebhaftes Interesse auch bei *Siredon* dadurch erregt, weil ich bestimmt gesehen zu haben glaube, dass derselbe nicht aus dem *vagus* entspringt, sondern nur mit dem ersten Branchialzweige desselben Fasern austauscht. Es ist hier, wie bei den Fröschen, der *glossopharyngeus*, der vor dem *vagus* (Fig. 5 *h*) an der Gehirnunterfläche isolirt entspringend, mit demselben dicht an ihm gelagert dieselbe verlässt und dann unter dem ersten Aste des *vagus* (Fig. 1 *o*) wegziehend, weiter nach aussen verläuft. Ausserdem tritt auch noch der *nervus facialis* (Fig. 5 *f*) und der *trigeminus* (Fig. 5 *e*) zum Suspensorium und den daran gelagerten Theilen in Beziehung, insofern letzterer mit einem Theile seiner Fasern wohl die Kaumuskeln, *temporalis, masseter,* ersterer dagegen den *depressor maxillae,* vielleicht auch die Branchialmuskeln versorgt. Der *facialis,* auf den ich später wieder zu sprechen komme, kommt (Fig. 4 *i*) hinter der Verbindungsstelle der *cartilago palatoquadrata* mit dem *parasphenoidale,* vor der *columella* zum Vorscheine und verliert sich in die hinten und aussen von dem *squamosum* befindliche Muskulatur. Der *trigeminus* geht oberhalb der Verbindung des Palatoquadratknorpels mit der *ala magna* an die Vorderfläche des *suspensorium* und zerfällt, wie Calori sehr gut gezeichnet, in feine Aeste, die theils in die dort befindlichen Muskeln eintreten, theils dieselben durchsetzend zur Haut verlaufen (Calori, Fig. 3). Wahrscheinlich giebt er auch einen zarten Zweig (*ramus tympanicus*) über der *columella* zur Verbindung mit dem *glossopharyngeus* und zur Bildung der Jacobson'schen Anastomose ab. Das Gefäss, welches wir zu berücksichtigen haben, ist die *arteria carotis,* die unter der Gehörkapsel, aus dem ersten Branchialzweige entspringend, einen Zweig über die Unterfläche des knöchernen Labyrinthes zur Schädelbasis schickt, den ich mit Calori als *carotis interna* bezeichne, und der das *parasphenoidale* zu beiden Seiten der Mittellinie, vor dem Labyrinthe durchbohrend (Fig. 4 *h*) nach hinten in den *canalis facialis* tritt und dann grösstentheils in der Schädelhöhle zum Gehirne verläuft, während der andere äussere Zweig (Fig. 1 *n*) hinter der Gehörkapsel unter dem *vagus* nach aussen verläuft und nicht, wie Calori zeichnet, vor der *columella* weiter zieht, sondern hinter derselben. Er giebt einen starken Ast in die Branchialmuskulatur ab, einen anderen aber (Fig. 1) über die Mitte der *columella* medianwärts vom absteigenden Theile des Kiefersuspensorium nach aussen von der Gehörkapsel zum *trigeminus,* der sich dann ausbreitet. Ich möchte auf die Homologien dieser Arterie, obgleich es nahe liegt sie als *carotis externa* zu bezeichnen, da mir ausgedehntere Erfahrungen fehlen, nicht eingehen und begnüge mich mit der blossen Beschreibung.

Eine andere Frage ist nun aber die: Was gestattet dem zuletzt erwähnten Gefässe und wahrscheinlich auch einem aus dem *trigeminus*

stammenden Nervenfaden, von hinten nach vorne zwischen *palatoquadratum* und der Aussenwand des knöchernen Labyrinthes zu verlaufen? Es findet sich eben dort (Fig. 2), ähnlich wie bei den Batrachiern, ein Raum, der dadurch zu Stande kommt, dass das *palatoquadratum* nicht überall der Aussenwand der Gehörkapsel adhärirt, sondern nur oben und vorne, dagegen unten mittelst des *squamosum* und des *pterygoideum*, oder wenigstens der Knorpelmasse, die bei den höheren *Perennibranchiaten* zu einem Theile des *pterygoideum* wird. Ausserdem wird das Kiefersuspensorium, speciell das *squamosum* bei diesen Thieren von der äusseren Labyrinthwand durch einen ähnlich, wie bei den *Batrachiern* auftretenden, horizontal nach aussen sich erstreckenden *processus squamosus* (Fig. 4 *m*), *tegmen tympani*, abgedrängt, der an dem vorderen Theile der oberen Kante der Aussenfläche seinen Ursprung nimmt und der, wie bei anderen Thieren, als Widerlager der das Labyrinth deckenden Platte des *squamosum* dient. In diesem Raume nun, der sich nach unten von dem *processus squamosus* und dem *os squamosum*, nach hinten von dem *pterygoides*, nach aussen von der äusseren Wand der Gehörkapsel, nach innen von der *cartilago palatoquadrata* und dem darauf gelagerten unteren Theile des *squamosum* befindet und der am knöchernen Schädel nach vorne hin zwischen dem *processus squamosus* und dem Theile des *palatoquadratum*, der sich mit der Schädelbasis, dem Primordialkranium verbindet, gegen die *orbita*, nach hinten hin gegen die Kiemen und nach unten gegen den Schlund offen steht und der am Dache, dem *processus squamosus* und dem darauf gelagerten, horizontalen Theile des *squamosum*, der sich über die ganze Breite des oberen Theiles der Aussenfläche des Gehäuses ausdehnt, breiter erscheint, befindet sich nun ausser den vorhin genannten Gefässen und Nerven die *columella*.

In der Beschreibung derselben findet sich eine grosse Uebereinstimmung bei den verschiedenen Autoren. Die ersten genauen Angaben finde ich bei Windischmann. Das an der unteren, hinteren Wand der Gehörkapsel befindliche *foramen ovale* wird nach ihm innen und hinten zum grössten Theile von dem *operculum cartilagineum* verschlossen, das vorne etwas ausgeschnitten erscheint und zur Aufnahme des Knöchelchens dient, das den dritten Theil der *fenestra* deckt und durch Hülfe eines *ligamentum* mit dem *operculum* verbunden ist und wie er sich ausdrückt: »*consistit ex stylo parvo vel osseo et patina parva etiam quidquam excavata cartilaginea*«. Sie bilden beide eine kleine, an der Unterseite des Kopfes vorspringende Blase, die von Muskeln und der Rachenschleimhaut bedeckt ist. Endlich wird das Knöchelchen durch ein festes, kurzes Band mit der Mitte des *os tympanicum* verbunden. Weniger eingehend sind die Angaben von Gegenbaur und Friedreich, die nur eines conischen, soliden Knöchelchens Erwähnung thun, das einem

soliden, embryonalen Steigbügel analog eine hinten und unten an der Felsenbeinkapsel befindliche *fenestra* schliesst und durch ein fibröses Band mit dem Quadratbeinknorpel verbunden ist. Calori, der neueste Autor, erwähnt des *operculum* von Windischmann als einer Verschlussmembran der *fenestra ovalis* ohne nähere Beschreibung und berichtet nur, dass er das Knöchelchen nicht habe wiederfinden können. Statt dessen will er einen ähnlich gestalteten Knorpel gefunden haben, der mittelst eines Bändchens mit dem Kiefersuspensorium zusammenhängt.

Ich schliesse mich im Wesentlichen diesen Beobachtungen, namentlich denen von Windischmann an, nur glaube ich aus vergleichend anatomischen Gründen die bisherigen Angaben nach einigen Richtungen hin ergänzen und erweitern zu müssen. Die *columella*, an einem kleinen Vorsprunge an der Hinter-, Innenseite des Palatoquadratknorpels (Gegenbaur, Friedreich, Fig. 6) in der Höhe des mit der Schädelbasis verbundenen Theiles desselben angeheftet, verläuft in dem vorhin angeführten Raume zwischen Kiefersuspensorium und Aussenfläche der Labyrinthkapsel nach innen, hinten und ein wenig nach unten (Fig. 2) zum unteren Theile der äusseren Wand, wo dieselbe in das *foramen ovale s. vestibulare* eingefügt ist. Nach oben hin ist sie durch den oberen Theil des Raumes (Fig. 2 *g*), der vor allem zur Aufnahme des starken Astes der *carotis* dient, von dem *processus squamosus* und dem Kiefersuspensorium getrennt und dieser zeigt sich hinten, oberhalb der *columella* als eine Oeffnung, die vollständig derjenigen homolog, die oberhalb der Mitte der *columella* der Frösche befindlich, von mir in der Arbeit über das Gehörorgan derselben Taf. XVIII, Fig. 2 *g* dargestellt ist. Nach vorne hin ist die *columella* auf die gleiche Weise von dem Schädelbasistheile der *cartilago palatoquadrata*, der bei den höheren Amphibien zum ausgebildeten *pterygoideum* wird, und zwar dadurch getrennt, dass der hintere Rand des Knorpels ausgeschnitten erscheint. In diese Abtheilung des Raumes zwischen Suspensorium und Gehörkapsel tritt dann der vorhin erwähnte *facialis*. Derselbe füllt aber nicht den ganzen Zwischenraum zwischen *columella* und Pterygoidealknorpel aus, es gesellt sich dazu eine ausfüllende Bindegewebsmasse. So finden wir denn, wenn wir noch hinzufügen, dass hinter der *columella* der *depressor maxillae* und der Kiemenapparat befindlich, und dass die Unterfläche derselben sowohl, wie der *cartilago palatoquadrata* und der Schädelbasis glatt von der Schleimhaut des Rachens überzogen wird, dass der Raum zwischen Suspensorium und Labyrinthaussenfläche selbst dort, wo er am Schädel vorhanden zu sein scheint, nach unten durch die Rachenschleimhaut, nach vorne durch die vor dem Kiefersuspensorium, nach hinten durch die hinter demselben gelegenen Muskeln und den Kiemenapparat im Leben vollkommen abgeschlossen ist. Ausserdem ist derselbe aber unten

durch die *columella* und dem zwischen ihr und dem Pterygoidealknorpel liegenden *facialis* mit dem umgebenden Bindegewebe, aber vor allem durch den Carotisast und wahrscheinlich durch einen Zweig des *trigeminus* ausgefüllt. Ich hebe diese Verhältnisse noch einmal ausdrücklich hervor, weil sie, wie wir finden werden, für das Zustandekommen einer Paukenhöhle und *tuba* von wesentlichem Werthe sind.

Die *columella* besteht, ähnlich, wie ich es von den Fröschen beschrieben habe, aus drei Theilen, aus einer *pars externa, media* und *interna,* welche letztere das *foramen vestibulare s. ovale* deckt. Die *pars externa* (Fig. 2 *h*), die bei den Fröschen (Taf. XVIII, Fig. 3 *c*) knorpelig und, mit dem Trommelfelle in Verbindung, hakenförmig abwärts gebogen verlief, bildet hier in ähnlicher Gestalt das von allen Autoren übereinstimmend beschriebene Band. Bei Vergleichung meiner Abbildung der *columella* der Frösche Taf. XVIII, Fig. 3 *c* mit Fig. 2 springt die Aehnlichkeit der beiden homologen Theile sofort in die Augen. Die Bindegewebsmasse entspringt sichelartig abwärts gekrümmt am Palatoquadratknorpel als ein breites, von vorne nach hinten abgeplattetes Band, das nach innen verläuft und sich an die *pars media* anheftet. Diese entspricht der *pars media ossea* der Froschcolumella (Taf. XVIII, Fig. 3 *d*) und stellt, wie GEGENBAUR, FRIEDREICH und WINDISCHMANN richtig beschrieben, einen *stylus* oder einen kleinen *conus* (Fig. 2 *i*) dar, dessen abgestumpfte Spitze sich mit dem äusseren Theile verbindet und dessen breite Basis mit der inneren zusammenhängt. Diese (Fig. 2 *n*), auf die zuerst WINDISCHMANN die Aufmerksamkeit gerichtet und die dem inneren, knorpeligen Theile bei den Fröschen (Taf. XVIII, Fig. 3 *h*) entspricht, ist in der That ein kleines, knorpeliges Scheibchen, dessen Circumferenz mittelst Bandmasse (Fig. 2 *m*) im Umfange des *foramen vestibulare* eingelassen ist und das seine Aushöhlung dem Binnenraume der Gehörkapsel zukehrt, mit seiner Convexität dagegen zur Anheftung des Knochenstäbchens dient. Was nun das von WINDISCHMANN zuerst beschriebene *operculum* (Fig. 2 *l*) betrifft, so glaube ich mich, wie ich später weiter ausführen werde, berechtigt, diesen Theil zur Kapsel des Gehörorganes zu rechnen, nicht dagegen zur *columella.*

Nach dieser Schilderung des Gehörknöchelchens und der in seiner Umgebung gelagerten Theile möchte es wohl von Interesse sein zu sehen, auf welche Weise die Paukenhöhle, der wir ja zum ersten Male bei den Batrachiern begegnen und die ja im embryonalen Leben durch den Zwischenraum zwischen ersten und zweiten Kiemenbogen repräsentirt, entstanden gedacht werden kann, ferner auf welche Weise die Verbindung der *columella* mit dem Integumente bei diesen, wie bei den meisten höheren Thieren und die Lösung vom Kiefersuspensorium zu Stande kommt, und endlich aus welchen Gründen sich ein Schallzulei-

tungsapparat zum Ohre, eine *columella* bildet und wo ihr Homologon bei den Fischen zu suchen ist.

Was zunächst die letztere Frage betrifft, so tritt ja die *columella* in einem Raume auf, der zwischen dem Kiefersuspensorium und der Labyrinthaussenfläche befindlich, und entwickelt sich aus dem zweiten Kiemenbogen, während das Kiefergerüst dem ersten angehört. Wir haben also zunächst bei den Teleostiern nach dem homologen Theile zu suchen. Das aus dem ersten Kiemenbogen gebildete, dem Kiefersuspensorium homologe *palatoquadratum* findet sich, wie es ja zuerst Huxley und Gegenbaur angenommen, im *quadratum* und *pterygoides* der Teleostier, und wenn wir jetzt die Theile betrachten, die sich vor allen Dingen zwischen *quadratum* und der Labyrinthaussenfläche lagern, so ist es einmal das *hyomandibulare* mit dem *symplecticum* und medianwärts von diesen der Kiementragapparat, der nebst den zugehörigen Gefässen, Nerven und Muskeln besonders den unteren Theil der Labyrinthkapsel von aussen her überlagert. So verhält es sich auch bei den Ganoiden und der höchsten Form derselben, den Stören. Nun wissen wir, dass das *hyomandibulare* und das *symplecticum* dem zweiten Kiemenbogen entstammen, die oberen Theile desselben sind, und da sie die Verbindung mit der Labyrinthkapsel, und zwar bei den Fischen mit dem *squamosum*, dem *processus squamosus prootici*, oder dem *tegmen tympani* der höheren Thiere vermitteln, so haben wir in diesen beiden Knochen, wie es schon Huxley und Gegenbaur gethan, da die übrigen entwicklungsgeschichtlich ausgeschlossen sind, die Homologa der *columella* der Amphibien, Reptilien und Vögel zu suchen. Wir wissen nun aber, dass die *columella* sich niemals mit dem *processus squamosus prootici*, dem *tegmen tympani* verbindet, sondern stets an der Aussenfläche des Labyrinthes, zwischen *pro-* und *opistoticum* im *foramen vestibulare s. ovale* eingelassen ist, das bei allen Wirbelthieren gegen denjenigen Theil des Binnenraumes der Gehörkapsel hinsieht, der zur Aufnahme des *sacculus*, respective der Schnecke dient und das wir zum ersten Male bei den *Clupeiden* auftreten sehen. Es sollten sich also eigentlich das *hyomandibulare* und *symplecticum*, um dieselbe als eine *columella* erscheinen zu lassen, in diese Oeffnung hineinfügen, allein das ist nicht der Fall und dadurch unmöglich geworden, da dasselbe nach aussen von dem mächtig entwickelten Kiemenapparate überlagert erscheint. Dieser muss also zunächst seine Lage zu der Aussenfläche der Gehörkapsel ändern und das finden wir zum ersten Male bei den *Selachii*, bei denen der Kiemenapparat nach hinten in den Bereich der Wirbelsäule gerückt, hinter dem *palatoquadratum* gelagert erscheint. Wie verhält sich nun bei diesen Thieren das *hyomandibulare* und das Kiefersuspensorium? Letzteres verbindet sich als *palatoquadratum* direct mit dem Schädel, und zwar mit

der Aussenfläche der Labyrinthkapsel, mit dem unteren Theile desselben, der den *sacculus* einschliesst und an dem demnach das *foramen ovale* auftreten sollte, während das reducirte *hyomandibulare* hinter demselben gelagert nur den oberen Theil des Zungenbeinbogens darstellt und bei einigen Formen sich mittelst eines Verbindungsknorpels an die Hinterfläche des *palatoquadratum* anlegt. Auch bei diesen Thieren kann das *hyomandibulare* sich nicht, wie bei den höheren Thieren als *columella* geltend machen, da das *palatoquadratum* an die Stelle der Kiemenbogen getreten gerade denjenigen Theil des Labyrinthes überlagert, an dem sich das *foramen ovale* bilden muss. Immerhin ist bei einigen *Plagiostomen* das *hyomandibulare* dadurch der *columella* des *Axolotl* und der höheren Thierformen ähnlicher geworden, dass sich dasselbe nicht mit der Spitze des *palatoquadratum* verbindet, sondern sich an die Hinterseite desselben anlegt. Erst in dem Augenblicke, wo der Ansatz des *palatoquadratum*, wie bei den Amphibien, weiter nach oben und vorne an der Aussenfläche der Gehörkapsel gegen den *processus squamosus* hingeschoben wird und das geschicht vielleicht dadurch, dass das bei den *Selachiern* relativ kleine, hinter dem *palatoquadratum* gelegene *hyomandibulare* im Verhältnisse zu diesem mehr nach oben, vorne auswächst, während ersteres in der Entwicklung zurückbleibt, finden wir für das *hyomandibulare-symplecticum* die Möglichkeit gegeben, sich an der freigewordenen Aussenfläche der Gehörkapsel, immerhin nach unten und hinten von dem Kiefersuspensorium in einem dort, gegenüber dem *sacculus* befindlichen *foramen* einzufügen, das schon in der Classe der Teleostier bei den *Clupeiden* vorgebildet war. So, scheint mir, lässt sich einfach und mit der Entwicklung und den morphologischen Verhältnissen in Einklang stehend, die Bildungsweise des Gehörknöchelchenapparates der höheren Thiere auffassen. Den *Perennibranchiaten* am nächsten stehend sind dann diejenigen *Plagiostomen*, deren *hyomandibulare* sich mit der Hinterfläche des *palatoquadratum* verbindet. Man mag dann in dem ligamentösen Theile der *columella*, der ja bei den Batrachiern knorpelig erscheint, das Homologon des *symplecticum* sehen, und das um so mehr, da wir finden, dass bei den Reptilien die *pars interna* und *media*, der *stylus* und die *patina* der *columella* bei *Siredon* (Windischmann), die dem *hyomandibulare* homolog zu einem Stücke verschmelzen.

Viel einfacher gestaltet sich nun die Beantwortung der zweiten Frage, wie ist es zu erklären, dass das äussere Ende der *columella* bei den *Ranae* sich mit dem Integumente verbindet und dass dieselbe aus ihrer Verbindung mit dem *quadratum* gelöst wird? Die Frage hat theilweise schon früher ihre Antwort gefunden. Sie beruht, was den ersten Theil der Frage betrifft, darauf, dass bei den *Ranae* derjenige Theil des

palatoquadratum, welcher der *columella* zur Anheftung dient, nicht, wie bei den *Perennibranchiaten* und den Schlangen, von Muskeln überlagert ist, sondern unmittelbar unter die Haut zu liegen kommt, so dass eine Verbindung der beiden ganz naturgemäss, und vielleicht beruht darauf mit die Differenzirung einer *membrana tympani*. Was nun den Grund der Lösung der Verbindung. zwischen *columella* und *palatoquadratum* bei den Batrachiern betrifft, so suche ich denselben in folgenden Umständen. Einmal wäre es wohl denkbar, dass mit der Verbindung mit dem Integumente eine weitere Verbindung mit dem angelagerten *quadratum* überflüssig, um so mehr, weil die erstere die Bewegung der *columella* wesentlich beeinflussen muss, da die Schallwellen das modificirte Integument, das Trommelfell, eine eminent elastische Membran direct in Bewegung setzen und das starre Kiefergerüst diesen Bewegungen nicht folgen kann, so dass bei verhältnissmässig grosser Excursion des Gehörknöchelchens in Folge verhältnissmässig grosser Schwingungen des Trommelfelles die Verbindung mit dem *quadratum* an und für sich sehr locker sein musste. Dadurch wurde dieselbe irrelevant und musste in der Reihe der Generationen und sich immer höher entwickelnden Wesen nach allgemeinen Gesetzen der regressiven Metamorphose unterliegen und verschwinden. Was dann diejenigen Thiere, die kein Trommelfell besitzen, und deren *columella* sich locker mittelst Bandmasse mit dem *quadratum* verbindet, betrifft, so wird dieselbe dadurch befähigt an dem starren Gerüste Eigenbewegungen zu vollführen, die ihr wohl durch Vermittlung, namentlich der Rachenhöhle, mitgetheilt werden, da ja das Gehörknöchelchen mit seiner Unterfläche unmittelbar an die Schleimhaut derselben stösst. Den Hauptgrund der Lösung der Verbindung der *columella* mit dem *quadratum* bei den Fröschen sehe ich jedoch darin, dass, weniger bei *Ceratophrys*, vielmehr bei *Rana*, der Theil des Quadratbeins, der dem homolog, welcher bei den *Perennibranchiaten* zur Anheftung des Schallzuleitungsapparates dient, sich weniger von vorne nach hinten in die Breite entwickelt, vielmehr von hinten nach vorne reducirt erscheint, was sich auch in der Anheftung des *squamoso-quadratum* vorne, oben an der Labyrinthaussenfläche, am dort befindlichen *processus squamosus* documentirt. Das *quadratum* zeigt, namentlich stark bei *Rana*, unter dem *squamosum* hinten einen tiefen Ausschnitt, so dass dieser Knochen, wie bei den Eidechsen, unter der Schuppe hakenförmig nach hinten gekrümmt erscheint. Diese Krümmung wird sich möglicherweise in der Periode der Entwicklung, wo die *columella* sich schon als fester Theil hinter dem *quadratum* gebildet hat, geltend machen und dadurch werden dann, wenn überhaupt von vorne herein, wie es nach den Verhältnissen bei anderen Thieren nicht unwahrscheinlich, eine embryonale Verbindung der beiden Knochen

vorhanden, diese Adhäsionen gelöst werden, oder wenn das nicht der Fall, so läge der Grund der Nichtvereinigung in der starken Krümmung des oberen Theiles des *quadratum* nach vorne, wodurch eine Anlagerung von Theilen des ersten Kiemenbogens an Theile des zweiten (*columella*) ausgeschlossen wäre.

Gehen wir nun zur Beantwortung der dritten Frage über, wie wir uns die erste Bildung einer Paukenhöhle zu denken haben, wie wir sie in der einfachsten Form zuerst bei den *Ranae* auftreten sehen, von welchen Thieren angefangen ich dieselbe dann durch die Wirbelthierreihe bis zu den Menschen in ihren morphologischen Verhältnissen verfolgt habe, so gelingt dieselbe bei vergleichend anatomischer Betrachtung der bei den *Perennibranchiaten*, *Salamandrinen* und *Batrachiern* vorkommenden Verhältnisse nicht unschwer.

Wir sahen wie bei *Siredon* zwischen der *columella*, einem Theile des zweiten Kiemenbogens, nach hinten von dem Schädelbasistheile des *palatoquadratum*, dem Pterygoidealknorpel, einem Theile des ersten Kiemenbogens, entsprechend dem *spatium primum arcuum* eine Abtheilung des Raumes zwischen der Aussenfläche der Gehörkapsel und dem Kiefersuspensorium sich fand, den ich, wenn auch geringfügiger, bei *Siren* finde, dagegen bei *Proteus* gänzlich vermisse. In diesem befand sich ausser dem *facialis*, der bei den anderen *Perennibranchiaten* und den *Salamandrinen* wohl, was ich leider nicht untersuchen konnte, einen anderen Weg einschlägt, eine ausfüllende Bindegewebsmasse und dieselbe war dann nach unten hin glatt durch die über die Unterfläche der *columella* und des Pterygoidealknorpels wegziehende Rachenschleimhaut überspannt. Dieses gerade beim Axolotl so schön ausgeprägte *cavum*, das beim *Proteus* wegen der starken Entwicklung des *pterygoides* nach hinten fehlt, ist, wie ich schon früher andeutete, als dem Zwischenraume zwischen ersten und zweiten Kiemenbogen entsprechend von ungemeiner Wichtigkeit. Wir haben bereits gesehen, dass die Lösung der *columella* vom Kiefersuspensorium wohl wesentlich auf der Reduction der Anheftungsstelle am *quadratum* nach vorne beruhe, wodurch bei gleichgerichteter *columella* der Abstand zwischen dieser und dem Quadratbeine bei den *Ranae* grösser wird. Das ist nun aber nicht blos mit diesem Knochen des Kiefersuspensorium der Fall, sondern auch mit dem *pterygoideum*, das namentlich in dem Theile, welcher sich an das *parasphenoidale* anschliesst, bei den Fröschen viel weniger in die Breite entwickelt ist, wie z. B. bei *Siredon*. Dadurch muss, die gleiche Richtung der *columella*, die in der That bei beiden Thieren vorhanden, vorausgesetzt, der Abstand namentlich des mittleren, dünneren Theiles des Gehörknöchelchens von dem hinteren Rande des *pterygoides* bei den *Ranae* relativ beträchtlicher werden, als bei *Siredon*. Da nun in diesem Raume,

der nach unten von der Rachenschleimhaut abgeschlossen gedacht werden muss, irgend welche Theile sich finden müssen und wir bei *Siredon* an dieser Stelle keine Muskeln finden, die durch ihr Grösserwerden bei den Fröschen die Ausfüllung übernehmen könnten, der *facialis* aber bei diesen Thieren eine andere Verlaufsweise zeigt, so ist nichts natürlicher, als dass die obturirende Rachenschleimhaut dieses Geschäft übernimmt, und diese stülpt sich denn auch in der That hinter dem *pterygoides* und vor dem mittleren Theile der *columella*, also entsprechend dem Raume zwischen den oberen Theilen der beiden ersten Kiemenbogen gegen den äusseren Theil des Gehörknöchelchens und somit in den Raum zwischen diesem und dem *quadratum* lateralwärts gegen das Trommelfell und bekleidet dasselbe auf seiner Innenfläche. So haben wir denn eine Paukenhöhle, wie ich sie bei den Fröschen (Taf. XVIII) geschildert und mit der weiten Mündung derselben in die Rachenhöhle hinter dem *pterygoides* die erste Andeutung einer *tuba Eustachii*. Die Richtigkeit dieser Auffassung der Bildungsweise des *cavum tympani* und der *tuba* werde ich bei den Schlangen auf negativem Wege darzuthun suchen.

Somit sind wir denn nach diesen vergleichend anatomischen Betrachtungen, die als Ergänzung der allgemeinen Darstellung, die ich in den Arbeiten über das Gehörorgan der Fische und Frösche niedergelegt, dienen sollen, bis zu der Gehörkapsel des Axolotl gekommen, und ich wende mich jetzt zunächst zur Betrachtung derselben. Der Vergleich mit einer abgestumpften vierseitigen Pyramide, den ich bei den übrigen Thierclassen zu Grunde gelegt, einer Pyramide, die zwischen dem *vagus* und *trigeminus* gelagert ist und sich, wie bei den nächstverwandten Classen, von der Schädeloberfläche bis zur Basis erstreckt, möchte sich auch hier festhalten lassen und ich unterscheide auch hier eine obere Basis, eine äussere, innere, vordere und hintere Fläche und somit eine untere abgestutzte Spitze, die ich nun der Reihe nach schildern werde, um dann zur Betrachtung des Binnenraumes und darauf zu der des häutigen Gehörorganes überzugehen.

Das Gehäuse ist, wie bei allen höheren Wirbelthieren, von den Plagiostomen angefangen, mit Ausnahme der Durchtrittsstellen der Nerven und der lymphatischen Bahnen, geschlossen und ich habe bereits, wie früher bei der Schilderung des Gehörorganes der Fische, die Art und Weise des Zustandekommens des Verschlusses erwähnt, allein wir finden das Gehäuse nicht überall knöchern, sondern zum Theil, wie es auch bei den *Batrachiern*, ja selbst in der Classe der Reptilien, vor allen bei den Schildkröten der Fall, aus Weichtheilen bestehend, und zwar ist es bei diesen Thieren wiederum die Spitze der Pyramide. Ueberhaupt geht die Umwandlung des ursprünglich knorpligen Gehäuses in das knöcherne nur ausserordentlich langsam und im späteren Lebensalter

vor sich, so dass selbst zur Hälfte ausgewachsene Thiere, namentlich an der oberen Fläche noch ausgedehnte Knorpelmassen zeigen. Das ist bei der Untersuchung der Thiere wohl zu berücksichtigen und hat mich anfänglich, mit Bezug auf die Antheilnahme der Knochen am Gehäuse, auf mancherlei Irrwege geführt. Das ganze Verhalten der späten Verknöcherung ist, meine ich, vergleichend anatomisch, mit Bezug auf die Gehörkapsel der Plagiostomen nicht ganz ohne Interesse, es verharrt länger, wie bei den übrigen Amphibien, in dem knorpligen Zustande, der bei den Plagiostomen während des ganzen Lebens vorhanden, und somit haben wir wiederum einen Beitrag für die Continuität in der Thierreihe.

Das knöcherne Gehäuse setzt sich aus dem, wie bei den Fröschen, innig mit dem *occipitale laterale* (Fig. 2 *e*) verschmolzenen *opistoticum* hinten und dem selbständigeren *prooticum* vorne (Fig. 3 u. 4) zusammen. Die Trennungsgrenze zwischen beiden zeigt sich im halberwachsenen Zustande als eine unvollständige Naht, die wir an der oberen und inneren Fläche nachweisen können. In den meisten Fällen, namentlich im erwachsenen Zustande, ist die Grenze nur durch eine schwache Leiste markirt, die von der Mitte des oberen Randes des *foramen vestibulare* schräg nach vorne und innen über die Oberfläche verläuft. An der Innenwand finden wir nur bei jungen Thieren die Grenze etwas nach vorne von der *apertura aquaeductus vestibuli* ziehen. Von einem *epoticum*, wie es sich in schwachen Andeutungen zum ersten Male wieder bei den *Batrachiern* zeigt, habe ich nichts nachzuweisen vermocht, und ebensowenig ist es mir bei den *Salamandrinae* geglückt.

Die nur wenig nach hinten abwärts aus der horizontalen abweichende, obere Fläche, die also, wie ich das schon ausführlich beschrieben (Fig. 1 *f*), grösstentheils von Muskeln und von dem *parietale* und *squamosum* überlagert wird, zeigt wie bei den Batrachiern, an dem Uebergange zur inneren und äusseren Fläche dem *prooticum* angehörig, an den vorderen Winkeln (Fig. 3 *m*, Fig. 4 *m*) einen äusseren und inneren horizontalen, kurzen Fortsatz, von denen jener nach aussen, vorne gerichtet als *processus squamosus*, oder *tegmen tympani* der Schuppe zum Widerlager dient, während dieser nach innen und vorne ragt und meistens von einem Canale (Fig. 3 *l*) durchsetzt wird, der vielleicht zur Aufnahme eines Gefässes bestimmt ist, und derselbe dient einmal zur Stütze des vorderen Theiles des *parietale* und dann hilft er, wie bei den Fröschen, mit der *ala magna* das *foramen trigemini* schliessen. Es ist ein *processus sphenoidalis*. Hinten springt die innere Kante durch den mit ihr verwachsenen Flügel des *occipitale laterale* (Fig. 3 *i*) fortsatzartig medianwärts vor. Dieser Theil des seitlichen Hinterhauptbeines schliesst hinter dem *parietale* den Schädelraum ab und wird vorne theilweise von dem Scheitelknochen überlagert. Im Uebrigen ist an der oberen Fläche nichts bemerkens-

werth und wir finden ebensowenig, wie bei den Fischen, irgend welche Andeutungen von Bogengängen als Leisten darüber hinlaufen, wie es bei den Fröschen der Fall. Nur *Triton* und namentlich *Salamandra maculata* zeigen, vor allem entsprechend dem hinteren, frontalen Bogengange, zum ersten Male solche Andeutungen.

Die Aussenfläche erscheint im Wesentlichen dreiseitig mit nach unten gewandter, abgerundeter Spitze. Dieselbe ist zugleich ein wenig nach innen und hinten abwärts gerichtet und dient in ihrem oberen, vorderen Theile dem *processus squamosus* zur Anheftung. Am hinteren Ende der oberen Kante (Fig. 4 *a*) findet sich dann noch, aber nur stark an erwachsenen Exemplaren ausgeprägt, ein kleiner, hakenförmig gekrümmter, nach hinten, aussen gerichteter Fortsatz, der wahrscheinlich zum Ansatze der starken Nackenmuskulatur dient. Im Uebrigen ist die äussere Wand, die vorne in scharfer Biegung, hinten in sanfter Rundung in die vordere, respective hintere Fläche übergeht, durch das grosse *foramen vestibulare* (Fig. 4) ausgezeichnet, das überall mit Ausnahme am hinteren, unteren Quadranten, der der Spitze entspricht, die dahin gewandt ist, weil die Axe der Pyramide, wie bei allen niederen Wirbelthieren, von oben, aussen, vorne nach unten, innen und hinten steht, knöchern umgrenzt erscheint. Hier ist eine Weichtheilbegrenzung, das *operculum*. Das *foramen* nimmt nahezu zwei Drittel der Fläche ein und bildet eine durch die *pars interna* (*patina*) *columellae* geschlossene, ovale Oeffnung, deren längster Durchmesser nach vorne und unten gewandt ist.

Die innere Fläche, die ein wenig convex in die Schädelhöhle vorgewölbt ist und sich zwischen *parietale, occipitale laterale* und dem *parasphenoidale* einerseits und dem hinteren Rande der Durchtrittsstelle des *trigeminus* bis zum vorderen Rande des *foramen vagi* andererseits erstreckt, zeigt sich ein wenig von aussen vorne nach hinten und innen gewandt, und dient am oberen, vorderen Theile zur Anheftung des *processus sphenoidalis* (Fig. 3 *m*) und geht unter scharfer Biegung in die hintere, unter schwächerer in die vordere Fläche über, so dass die Grenze gegenüber der letzteren nur durch die Senkrechte bestimmt werden kann, die wir von der unteren Oeffnung des den *processus sphenoidalis* (Fig. 3 *l*) durchsetzenden Canals ziehen können. An halberwachsenen Exemplaren finden wir den unteren zugespitzten Theil der Innenwand, der sich an das vom *parasphenoidale* bedeckte Primordialkranium anschliesst, knorpelig und sehr dünn, so dass hier leicht gegen den Binnenraum des Gehäuses abnorme Oeffnungen zu Stande kommen. Im Uebrigen sehen wir an der Innenfläche drei Oeffnungen auftreten, die an ganz jungen Exemplaren, oder an halberwachsenen ausserordentlich viel weiter erscheinen, als im erwachsenen Zustande, und daher ein ganz verändertes Bild geben. Die eine in der Mitte befindliche (Fig. 3 *k*) ist haarfein.

Es ist die *apertura aquaeductus vestibuli*, die beiden anderen etwas oberhalb der Grenze der Innenwand und der Schädelbasis befindlichen sind beträchtlich weiter. Die hintere, kleine, kreisrunde (Fig. 3 *g*) ist das *foramen rotundum*, die vordere, von der hinteren durch eine Leiste getrennte, querovale, grössere der *porus acusticus internus* (Fig. 3 *d*) zum Hineintreten des *nervus acusticus* und des vor ihm gelagerten *nervus facialis*. Dieser *porus* führt in eine Vertiefung der Innenwand, einen *meatus auditorius internus*, wie wir einen solchen sonst nur bei den höheren Thieren, zuerst bei den Reptilien, namentlich den Schildkröten zu treffen gewohnt sind, und im Grunde derselben, die vorne tiefer als hinten erscheint, sehen wir fünf Oeffnungen auftreten. Die an der vorderen Wand des *meatus* befindliche (Fig. 3 *b*) rundliche, grössere ist der Beginn des, wie bei den höheren Wirbelthieren vorkommenden, gleich zu erwähnenden *canalis Fallopiae* für den *nervus facialis*. Von den vier übrigen liegt die am weitesten vorne befindliche (Fig. 3 *c*) oberhalb der Oeffnung des *canalis facialis* und nimmt den Nerven für den *recessus utriculi* und die vorderen Ampullen auf. Nach hinten davon bekommen wir zwei sehr kleine, nach innen führende für die Sacknerven, und nach hinten und unten von diesen wieder eine grössere (Fig. 3 *f*) für den Nerven der Schnecke und der hinteren, alleinstehenden, frontalen Ampulle.

Der *canalis Fallopiae* durchsetzt, wie bei den Reptilien nach aussen und vorne gewandt, den unteren Theil der Vorderwand des Gehäuses und mündet dann vor dem *foramen vestibulare* (Fig. 4 *i*) am Uebergange der äusseren in die vordere Wand, in dem Raume zwischen *columella* und der *cartilago pterygoides*. Im Uebrigen erscheint der innere Theil der Vorderwand vom *processus sphenoidalis* und vom Knorpel der *ala magna*, die zusammen das *foramen trigemini* bilden (Fig. 3 *a* u. 4), überwölbt und in dem unteren Theile geschieht dasselbe theilweise von Seiten des Pterygoidealknorpels. Wegen der Anlagerung des *trigeminus* erscheint die Mitte der Vorderfläche ein wenig ausgehöhlt. Die hintere, niedrige, nach hinten, innen sehende Fläche ist vollkommen vom seitlichen Hinterhauptsbeine (Fig. 3 u. 4) überdacht und nur die abgerundete Kante an dem Uebergange in die äussere Fläche liegt frei am Schädel vor und durch diese Ueberwölbung wird das grosse *foramen jugulare* (Fig. 3 *h*, Fig. 4) für den *vagus* und *glosso-pharyngeus* gebildet. Das *opistoticum* bildet die vordere, das *occipitale laterale* die obere, untere und hintere Begrenzung dieser Oeffnung.

Die bei jugendlichen Individuen vollkommen knorpelige, nach hinten, innen und unten sehende, abgestutzte Spitze verschmilzt mit dem knorpeligen Primordialkranium, allein dieses ist im erwachsenen Zustande bis auf unbedeutende Reste von dem *parasphenoidale* absorbirt, und dann ruht die wenigstens hinten verknöcherte, vom *pro-* und *opisto-*

ticum gebildete Spitze diesem Knochen, und zwar der seitlichen Verbreiterung auf, die nur nicht, wie bei den Fröschen, die Gestalt wirklicher, seitlicher Flügel hat. Ja es ist dann nicht selten der Fall, dass die Labyrinthknochen an der Spitze vollkommen mit dem *parasphenoidale* verschmelzen, so dass dieses direct den Binnenraum abzuschliessen scheint. Immerhin ist es aber nur der hintere Theil der Spitze der Gehörkapsel, der auf dem *parasphenoidale* ruhend mit dem Primordialkranium verschmilzt. Die vordere Hälfte liegt frei an der Schädelbasis und zeigt sich grösstentheils unverknöchert und das ist das *operculum* von Windischmann, dessen auch Calori ausdrücklich Erwähnung thut und welches hinten, unten das *foramen ovale* begrenzen hilft und mittelst Bandmasse an die *pars interna columellae* (Fig. 2 *m*) angeheftet ist. Ich betrachte dieses *operculum,* welches Windischmann zum Gehörknöchelchen rechnet und als eine knorpelige Verschlussmasse des *foramen ovale* betrachtet, während Calori dasselbe mehr als eine Membran auffasst, als den freien Theil der Spitze der Labyrinthpyramide, die ja selbst noch bei den Schildkröten aus Weichtheilen, Knorpel, gebildet erscheint. Die *fenestra ovalis* dehnt sich demnach, wie bei den übrigen Wirbelthieren, nur über die Aussenfläche des Gehäuses aus, soweit wie sich die *pars interna* der *columella* erstreckt. Dasselbe ist, wie Windischmann richtig bemerkt, nach unten hin convex (Fig. 2 *l*), gegen den Binnenraum concav und begrenzt das *foramen ovale* mit einem ausgeschnittenen Rande. Es macht wie Calori richtig bemerkt, namentlich an jungen und halberwachsenen Exemplaren den Eindruck einer zarten Membran, und dennoch hat Windischmann Recht, wenn er von einem *operculum cartilagineum* spricht. Es ist in der That eine zarte Lamelle hyalinen Knorpels mit sparsamer Intercellularsubstanz und wunderschönen, dicht gedrängten Knorpelzellen und schon um dieses histologischen Characters willen und weil das Gewebe sich nicht in die *columella* fortsetzt, bin ich nicht geneigt, dieselbe als eine einfache Verschlussmembran des *foramen ovale* aufzufassen, sondern betrachte dieselbe als integrirenden Bestandtheil der Kapsel. So weit es mir möglich war zu constatiren, zeigt *Siren* ebenfalls ein solches knorpeliges *operculum* als freien, nach aussen von dem *parasphenoidale* gelegenen Theil der Spitze der Labyrinthpyramide, während mir dagegen *Proteus* (ich bin jedoch nicht vollkommen sicher) mehr ein Verhalten wie *Triton* zu zeigen scheint, bei welchem Thiere ebenfalls noch der grösste Theil der Pyramidenspitze nach aussen von dem *parasphenoidale* frei an der Schädelbasis vorliegt, allein, und das spricht für die Richtigkeit meiner Auffassung des *operculum,* es erscheint nicht länger knorpelig, sondern knöchern, so dass in diesem Falle, und das spricht weiter für die höhere Stellung von *Triton,* eventuell von *Proteus,* wie bei allen höheren Wirbelthieren, das an der Aussenfläche der

Gehörkapsel befindliche *foramen vestibulare* rings von Knochen begrenzt erscheint. *Salamandra* bietet dann schon einen Uebergang zu den Verhältnissen bei den *Batrachiern,* insofern, als die seitlichen Fortsätze des *parasphenoidale,* wie bei den Fröschen, flügelartig weiter lateralwärts gewachsen sind und nun vollständig die abgestumpfte Spitze der Gehörkapsel decken.

Der Binnenraum des Gehäuses, zu dem ich mich jetzt wende, bildet, wie es nach dem Vorhergehenden nicht anders zu erwarten, ein Mittelglied zwischen dem Binnenraume des Labyrinthes der Fische und dem der *Batrachier.* Es ist, wie bei den Teleostiern, ein grosser, jedoch allseitig von festen Theilen umschlossener Hohlraum, an dem sich aber nun schon besser, wie bei den Fischen, wenn auch nicht völlig so ausgeprägt, wie bei den *Ranae,* ein *cavum anterius* und *posterius* für die vorderen, zusammenliegenden Ampullen und den *recessus utriculi* und für die alleinstehende Ampulle nachweisen lassen. Dagegen finden wir nur schwache Andeutungen der Trennung eines *cavum internum* zur Aufnahme der Commissur der Bogengänge von einem *cavum inferius,* das dem *utriculus,* dem *sacculus* und der Schnecke zur Aufnahme dient.

Das *cavum inferius,* das den allergrössten Theil des Binnenraumes des Gehäuses einnimmt und nur oben hinten und oben vorne durch das *cavum posterius* und *anterius* (Fig. 2 *a,* Fig. 4) in seiner Ausdehnung die unten an der Spitze am grössten ist, beschränkt wird, besitzt eine hohe Aussen- und eine niedrige Innenwand, eine schmale obere, die durch die Innenfläche der Basis der Labyrinthpyramide gebildet wird, so weit dieselbe nicht zur Bildung des vorderen und hinteren Raumes in Anspruch genommen ist, was jedoch mit dem grössten Theile der Fall. Die Vorderwand ist niedrig, die Hinterwand etwas höher. Die äussere Wand dehnt sich aus, soweit sich überhaupt das *foramen vestibulare* ausdehnt und stösst oben an den alsbald zu erwähnenden knöchernen, horizontalen Bogengang. Die Vorderwand ist nur unten, und zwar zum geringsten Theile so weit sich der *canalis Fallopiae* ausdehnt, knöchern und grösstentheils von der weiten Eingangsöffnung in das *cavum anterius* unterbrochen, die nach unten, hinten und lateralwärts gekehrt ist, während die ausgehöhlte Hinterwand wenigstens zur Hälfte unten durch Knochen gebildet wird und nur oben durch die nach aussen vorne und unten sehende Oeffnung des *cavum posterius.* Die leicht ausgehöhlte, von oben innen nach unten aussen gestellte Innenwand und der fast horizontal gelagerte Boden des *cavum inferius* sind jedenfalls die complicirtesten und mit Ausnahme der äusseren Hälfte des Bodens, die durch das *operculum* gebildet wird, vollkommen knöchern. Die Grenze zwischen den beiden bildet eine, in der Mitte am meisten sich erhebende Leiste (Fig. 4 *g*), die nach vorne in die untere Begrenzung der Oeffnung des

cavum anterius übergeht und nach hinten nur schwach sich erhebend an der Grenze des Bodens und der Hinterwand verläuft und sich verliert. Diese Leiste, *crista vestibuli,* ist vergleichend anatomisch im allerhöchsten Grade interessant, weil sie die erste Andeutung der bei den Reptilien und den höheren Thieren stattfindenden Trennung des *cavum inferius* in eine untere, *cavitas cochleae*, und in eine obere, *cavitas vestibuli s. vestibulum* (Fig. 4 *n*), darstellt, die bei den Fröschen vorläufig wieder verschwindet, um dann, wie wir finden werden, bei den Schlangen zum ersten Male wieder deutlich aufzutreten. Unterhalb der höchsten Erhebung dieser Leiste finden sich, die vordere etwas höher, die hintere etwas tiefer gestellt, die beiden nadelstichgrossen Oeffnungen (Fig. 4 *f*) für einen Theil der Sacknerven und am Ende der höchsten Erhebung, die nach hinten und etwas nach aussen sehende, grössere Oeffnung (Fig. 4 *e*) für den übrigen Theil der Sacknerven, für den *nervus cochlearis* und den zur hinteren Ampulle gehenden Zweig. Nach hinten und etwas nach oben von dieser die Leiste unterbrechend, nahezu an der Grenze der Hinterwand gelagert, findet sich dann das *foramen rotundum* (Fig. 4 *b*). Im Uebrigen erscheint der Boden der *cavitas cochleae* ausgehöhlt, jedoch durch eine, von der ebengenannten Oeffnung abwärts verlaufende, nach vorne convexe Leiste in eine kleinere, hintere (Fig. 4 *e*) und eine grössere, vordere Vertiefung (Fig. 4) getrennt, von denen jene zur Aufnahme der Schnecke, diese zur Aufnahme des Sackes bestimmt ist. Oberhalb der Leiste, in der *cavitas vestibuli* sehen wir dann die Innenwand sich ausdehnen, die, wie gesagt, in ihrem oberen Theile, wo dieselbe an die verticalen Bogengänge anstösst, kaum irgend eine Andeutung einer Begrenzung gegenüber dem *cavum internum,* das für die Bogengangcommissur bestimmt, zeigt, wie es bei den *Batrachiern* der Fall. Dieselbe wird nach hinten von dem *cavum posterius* durch eine senkrecht von dem *foramen rotundum* ausgehende, schwache *crista* (Fig. 4 *o*) getrennt, während die Trennungsleiste gegenüber dem *anterius* (Fig. 4 *l*) höher erscheint. In der Mitte der Binnenwand (Fig. 4 *n*) findet sich die *apertura aquaeductus vestibuli* und an der Begrenzungsleiste gegen das *cavum anterius,* mehr schon diesem angehörig (Fig. 2 *a*), die Oeffnung zur Aufnahme der Nervenäste für den *recessus utriculi* und die vorderen, zusammenliegenden Ampullen. An die Innenwand legt sich das untere Ende der Commissur mit dem darin mündenden *utriculus* (Fig. 4 *n*), das Ende des horizontalen Bogenganges und die Verbindungsröhre der hinteren, alleinstehenden Ampulle. Das *cavum cochleae* für Sack und Schnecke hat schon Calori beschrieben und Fig. 6 *r* abgebildet, wobei er auch der Trennungsleiste gegen das *cavum anterius* und *posterius* und dieser selbst kurz Erwähnung thut.

Das ähnlich wie bei den Batrachiern gestaltete, geräumige *cavum*

anterius, welches weiter nach oben emporragt wie das hintere und dessen Oeffnung gegen die *cavitas vestibuli* ich bereits beschrieben, zeigt einen unteren, vorderen, grösseren *recessus* und einen oberen, äusseren nebst einen oberen, inneren, kleineren. Von diesen dient ersterer, der halbkugelig gestaltet ist, zur Aufnahme des *recessus utriculi,* gegen den dann eine feine, aus der vorderen Nervenöffnung kommende Furche für den Utricularnerven verläuft, während die beiden anderen, mehr ovalen zur Aufnahme der beiden zusammenliegenden Ampullen dienen. Von diesen führt der obere äussere in einen kurzen, knöchernen, horizontalen Bogengang, der oberhalb des *foramen vestibulare* befindlich und nur wenig nach hinten abwärts steigend das vordere Drittel des häutigen Bogenganges umschliesst, der mit seinem mittleren Theile im *cavum posterius,* mit seinem Ende in der *cavitas vestibuli,* am hinteren Theile der Innenwand gelagert ist. Der innere obere geht aufwärts in einen etwas nach innen und hinten verlaufenden, knorpeligen Bogengang über, der ebenfalls nur den Beginn des sagittalen Bogenganges umschliesst, dessen grösster Theil dann im Homologon des *cavum internum* belegen erscheint. Die häutigen Bogengänge werden also ähnlich wie bei den Fischen, jedoch viel weniger vollständig wie bei den Fröschen, knöchern umschlossen, am meisten noch der horizontale, wie ich das auch in der allgemeinen Betrachtung dieser Verhältnisse bei den höheren Wirbelthieren in der Arbeit über das Gehörorgan der Fische auseinandergesetzt. Das tiefer wie das vordere *cavum* gelegene *cavum posterius,* welches noch weniger gut von der *cavitas vestibuli* abgegrenzt erscheint, wie wir das ja auch bei den Teleostiern finden, zeigt einen *recessus* zur Aufnahme der alleinstehenden, hinteren, frontalen Ampulle, allein derselbe geht nicht, wie die vorderen, in einen vollständig geschlossenen, kurzen Bogengang über, sondern der Bogengang ist unvollständig, bildet nur eine, am hinteren Theile der Innenfläche der Basis der Labyrinthpyramide befindliche Furche. Ich will es dahin gestellt sein lassen, ob nicht ein geringer Theil durch Knorpelmasse zu einem Canale vervollständigt wird. Das Material fehlte mir, um diesen Punct festzustellen. Windischmann erwähnt, dass für alle drei häutigen Canäle auf kurzer Strecke geschlossene knöcherne Röhren vorhanden sind. Nach vorne hin sehen wir das *cavum* gegen die hintere Mündung des knöchernen, horizontalen Bogenganges verlängert.

Wenden wir uns jetzt zur Schilderung des häutigen Gehörorganes, so finden wir, dass die bisherigen Angaben über dasselbe, die von Windischmann und Calori gemacht, trotz mancher richtigen Beobachtung, ausserordentlich ungenügend sind. Die Schilderung geht nicht über die Existenz, den Verlauf der Bogengänge, das Vorhandensein von zugehörigen Ampullen und eines mit Otolithen gefüllten Sackes hinaus,

wie bei Windischmann, und wenn Calori auch Angaben über die Lagerung der Theile macht, und über die Verzweigung der Gefässe, so stehen diesen Beobachtungen Behauptungen gegenüber, die auf mangelhafter Präparation beruhen, so, wenn er ausdrücklich erwähnt, dass es ihm nicht gelungen, eine Trennung des Vorhofes in *sacculus* und *utriculus* nachzuweisen, sondern dass eine vordere und hintere Aussackung am häutigen Vorhofe sich finde, der, wie bei den Fischen, mit einem Otolithen gefüllt sein soll. Aus der vorderen sollen sich die vorderen Ampullen und Bogengänge erheben, während er das Verhältniss an der hinteren Aussackung und der hinteren Ampulle und des Endes der Bogengänge, namentlich auf seiner Zeichnung sehr im Unklaren lässt.

Das häutige Labyrinth des *Siredon* sowohl, wie der *Salamandrinen* ist für mich eines der interessantesten Objecte gewesen, weil dasselbe auf die schönste Weise das recht einfache Gehörorgan der Fische mit dem recht complicirten der Frösche verknüpft und ein helles Licht auf die Homologien der complicirten Bestandtheile der Schnecke dieser Thiere wirft, über die ich seiner Zeit nicht vollkommen genügenden Aufschluss geben konnte. Alle Grundbestandtheile, die wir bisher bei den Wirbelthieren, von den Teleostiern angefangen, haben kennen gelernt, sind hier in derselben Grundanordnung vorhanden und wir können demnach die drei Ampullen, zwei vordere und eine hintere, mit ihren Bogengängen, den *utriculus* mit dem *recessus* und der *macula*, die dahinter und unterhalb gelegene *macula sacculi* und diesen selbst und wiederum die dahinter gelegene Schnecke nachweisen, *sacculus* und Schnecke aber wieder in ganz besonderen Formen. Sämmtliche im *cavum inferius* gelegene Theile, wie *sacculus*, Schnecke, *utriculus* und Commissur der Bogengänge liegen excentrisch an der Innenwand, so dass zwischen ihnen und dem *foramen vestibulare*, wie bei den Fröschen und den übrigen höheren Wirbelthieren, ein grosses *cavum perilymphaticum* zu Stande kommt, das sich, wenn auch in sehr geringer Ausdehnung, durch das *cavum anterius* und *posterius* auf die concave Seite der Bogengänge fortpflanzt.

Das Freilegen der von dem Gehäuse umschlossenen Theile gelingt bei wenigen Thieren leichter, als bei *Siredon* und den *Salamandrinae*, schon aus dem einfachen Grunde, weil der Binnenraum ja im Wesentlichen eine einzige grosse Höhle repräsentirt, die mit weiten Mündungen in die kleinen Nebenräume übergeht. Nachdem man die die Labyrinthpyramide von oben her deckenden Muskeln und die horizontale Platte des *squamosum* entfernt und das Dach des Binnenraumes, was leicht gelingt, abgetragen, liegen die Weichtheile schon in der grössten Ausdehnung (Fig. 8) vor uns und es bedarf nur eines geringfügigen, weiteren Abtragens der Wände, um sie aus der Kapsel herauszuheben. Hat man

die obere Wand des Gehäuses und die Theile in der Umgebung des *foramen vestibulare* abgetragen, so sieht man jedoch die Bestandtheile des häutigen Labyrinthes nicht isolirt vor sich, sondern, ähnlich wie es bei den Schildkröten in einem so ausgeprägten Masse der Fall, dieselben (Fig. 8 *g, h, i, k*) schimmern nur theilweise durch eine sie umhüllende Membran (Fig. 8 *i*) und zwar gelingt es bei der Betrachtung von oben und aussen die Bogengänge und weniger deutlich die zugehörigen Ampullen und das obere Ende der Commissur, in das die beiden verticalen Bogengänge münden, zu sehen (Fig. 8 *g, k*). Ausserdem schimmert im Umfange der Bogengänge aus der Tiefe eine kreideweisse Otolithenmasse durch (Fig. 6). Nur dann, wenn man die an der Innenwand des Gehäuses gelagerten Theile freilegt, bemerkt man deutlich (Fig. 6) die beiden verticalen Bogengänge, die Commissur sammt dem Ende des horizontalen Ganges, die Röhre der hinteren, frontalen Ampulle, den *utriculus* und unten den Sack mit einem kleinen Anhange hinter der Schnecke. Was aber am überraschendsten bei diesen Thieren sowohl, wie bei den *Salamandrinen* erscheint (Fig. 6 *g, f*), man sieht hinten, zwischen dem Ende des horizontalen und der Verbindungsröhre der hinteren, alleinstehenden Ampulle einen vierten Bogengang, der mich, als ich ihn zuerst entdeckte, einigermassen in Verlegenheit setzte, weil ich niemals etwas Aehnliches bei den übrigen Wirbelthieren beobachtet. Es ist, wie ich alsbald zeigen werde, der *ductus s. canalis perilymphaticus*, oder der *aquaeductus cochleae*, der sich bei diesen Thieren ganz eigenthümlich verhält. Diese Umhüllungsmembran, die sämmtliche Theile des häutigen Gehörorganes umschliesst, und denselben mehr oder minder dicht angelagert ist, ist überall der Innenwand der Kapsel und somit deren Periost angelagert und lässt sich ohne jegliche Schwierigkeit im Zusammenhange darstellen. Sie wird natürlich dort, wo sich die häutigen Theile des Labyrinthes der Wand der Kapsel inniger anschmiegen, also namentlich an der convexen Seite der Bogengänge und an der Innenwand denselben dicht angelagert sein, dagegen nach aussen hin gegen das *foramen vestibulare* (Fig. 8), also namentlich der *cavitas vestibuli* und *cochleae* entsprechend, mehr oder minder weit abstehen. Da nun ferner die Bogengänge, wie bereits erwähnt, nur in ihrem Beginne und auf sehr kurze Strecken knöchern umschlossen sind, und im Uebrigen, wie bei den Teleostiern, unter der Decke des Binnenraumes frei liegen, so wird sich die periostale Umhüllung, die sich ja an den Knochen hält, wie wir das in der That sehen, als ein freies Segel gleichsam über den Zwischenraum zwischen den Bogengängen ausspannen. Diese ziemlich feste, mit reichlichen, sternförmigen Pigmentzellen versehene, bindegewebige, periostale Membran, die wir in derselben Weise bei den *Salamandrinen* antreffen, und die wir später auch bei den *Batrachiern* näher

kennen lernen werden, umschliesst das *cavum perilymphaticum,* das nur insofern einen Unterschied gegenüber den Teleostiern zeigt, als dasselbe nicht mit einem ölhaltigen Bindegewebsnetz angefüllt erscheint und nicht, wie bei den Schildkröten, in ein *cavum perilymphaticum internum* und *externum* getheilt ist, sondern, wie bei den Eidechsen und den höheren Wirbelthieren, einen einzigen grossen Raum bildet, der im Bereiche des *foramen ovale,* nach aussen vom *sacculus* am ausgedehntesten erscheint und sich ohne Unterbrechungen, aber in viel geringerer Ausdehnung in das *cavum anterius* und *posterius* über die concave Seite der Bogengänge, der Aussenseite der Commissur und des *utriculus* erstreckt, und von einem klaren *liquor perilymphaticus* erfüllt ist. Wo diese periostale Hülle den Theilen des häutigen Gehörorganes dicht anliegt, da sehen wir eine festere Verbindung nach Art des Maschennetzes der Teleostier mittelst kurzer Faserstränge zu Stande kommen, die namentlich an der convexen Seite des Endes der Bogengänge und an dem oberen Ende der Commissur ausserordentlich stark erscheint, so dass es hier nur äusserst schwer gelingt, die Theile von der Umhüllungsmembran zu befreien. Das Interessanteste ist nun, dass in diesen von dem Perioste abgeschlossenen Raum des *cavum inferius* und zwar an der Grenze des *cavum posterius* eine Röhre mit ihrer Oeffnung hineintaucht (Fig. 7 *d*), die zwischen der alleinstehenden Ampulle und der daran gelegenen Krümmung des horizontalen Ganges ihren Anfang nimmt, das Aussehen eines Bogenganges besitzt und hinter den *sacculus,* zwischen ihm und dem Ende des horizontalen Ganges weg verlaufend sich auf die Innenwand desselben schlägt, (Fig. 6 *c*) und oberhalb der Schnecke (Fig. 5 *g*) durch das *foramen rotundum* (Fig. 4 *b*) in die Schädelhöhle tritt. Wir werden ihn dort in einer späteren Abhandlung wieder aufsuchen. Er ist das Homologon des *canalis lymphaticus* der Schildkröten und Eidechsen, des *aquaeductus cochleae,* der sich wie diese in das *cavum perilymphaticum* öffnet und hier somit die perilymphatische Flüssigkeit direct in die Schädelhöhle leiten kann.

Entfernt man nun diese periostale Umhüllungsmembran (Fig. 8), so kommen die einzelnen Theile des Gehörorganes in ihren gegenseitigen Lagerungsverhältnissen und ihren Formen zu Gesicht und wir haben da zunächst den Bogenapparat, die Commissur, den *utriculus,* den *sacculus* und dann die Schnecke zu betrachten. Wir finden auch bei diesen Thieren die bekannten drei Ampullen (Fig. 8 *b, c, f*) in derselben Lagerungsweise, wie bei den Knochenfischen, respective den Fröschen, zwei im *cavum anterius,* eine im *posterius,* jene die aussen gelegene, horizontale, und die nach innen und etwas nach vorne gelagerte sagittale, diese die alleinstehende, frontale, welch letztere jedoch ein klein wenig tiefer gelagert ist, wie die beiden anderen. Die sagittale kehrt ihr Dach nach

hinten oben, ihren Boden mit dem *sulcus transversus* nach der entgegengesetzten Richtung, die frontale hintere sieht mit ihrem Dache nach innen oben und vorne, mit ihrem Boden und dem *sulcus transversus* nach unten, aussen und hinten. Der Boden der horizontalen kehrt nach aussen und etwas nach vorne, das Dach dem entsprechend nach innen und hinten. Die in den verticalen Ampullen durchschimmernden *cristae acusticae* ziehen sich symmetrisch etwas an den Seitenwänden empor und erheben sich aus dem *sulcus transversus,* in den die Nerven in zwei Bündelchen getheilt hineintreten. Das Ende derselben ist von dem *planum semilunatum* umgeben. Das Dach der Ampulle zeigt in der Mitte den Dachstreifen, die *raphe.* Die *crista* der horizontalen Ampulle schimmert mehr an der oberen Seitenwand durch und liegt somit, wie bei den nahestehenden Thierclassen asymmetrisch zur Mittellinie des Bodens, wie auch der *sulcus transversus,* in den der ungetheilte Nervenast tritt. Ueber das Dach aller drei Ampullen schlagen sich dann die Bogengänge, der sagittale, frontale und horizontale, von denen letzterer der grösste, der zweite der kleinste. Alle liegen auch bei *Siredon* nicht in den entsprechenden Ebenen. Der sagittale, sehr flache Bogengang geht von vorne aussen unten nach hinten innen oben, der kürzere, stärker gekrümmte, frontale, hintere von unten aussen und hinten nach oben vorne und innen. Das Ende des frontalen (Fig. 6 u. 7) liegt etwas höher, wie das des sagittalen. Der horizontale Gang geht, schwach Sförmig gekrümmt, nach aussen unten und hinten und biegt dann oberhalb des Daches der hinteren Ampulle, oberhalb des Beginnes des *canalis perilymphaticus* nach innen und vorne, um mit einer ampullenförmigen Erweiterung (Fig. 7 *c*) rechtwinkelig von aussen her in die Commissur zu münden. Auf der concaven Seite der Bogengänge sieht man den weissen Streifen der *raphe* ziehen und von innen her durchschimmern, der sich dann über das Dach der Ampullen fortzieht. Die verticalen Bogengänge treten (Fig. 6 u. 7 *a*, b) zu einer an der Innenwand des Gehäuses gelagerten, kurzen, röhrenförmigen Commissur zusammen, die wegen der Kürze des frontalen, hinteren Bogenganges mehr am hinteren Theile der Innenwand der Gehörkapsel gelagert ist, und erscheint, wie bei den Teleostiern, ein wenig nach vorne abwärts geneigt und nimmt vorne, gleich unterhalb der verticalen Bogengänge das erweiterte Ende des horizontalen auf. Unter und hinter dieser Einmündung sehen wir dann die Commissur mit der nach vorne und innen aufwärts gebogenen, weiten Verbindungsröhre, die die hintere Ampulle auch bei diesen Thieren mit dem *utriculus* hat (Fig. 6 *d*), zusammenstossen.

Die vorderen Ampullen münden zusammen in den mehr horizontal, nur wenig nach innen hinten und aufwärts verlaufenden (Fig. 6 *h* u. 7 *h*) cylindrischen *utriculus,* der dieselbe Weite, wie die Verbindungsröhre der

frontalen Ampulle besitzt, und nach vorne unten von der Einmündung des horizontalen Ganges mit der Commissur zusammentrifft. Unterhalb und medianwärts von den zwei zusammenliegenden, vorderen Ampullen zeigt er namentlich nach unten aussen hin eine ampulläre Erweiterung, den *recessus utriculi*, an dessen convexe, äussere und untere Seite der Nerv breit, fächerartig ausstrahlend tritt, um dann zu den Ampullen weiter zu verlaufen. Dieser Boden des *recessus* ist verdickt und durch denselben und durch die Hälfte der Seitenwände schimmert die *macula* mit der kleinen, rundlichen Otolithenmasse. Im Uebrigen ist die Wand des *utriculus* zart.

Unter dem abwärts convexen Boden des *utriculus* und der Verbindungsröhre der hinteren, frontalen Ampulle dehnt sich dann der grösste Theil des häutigen Gehörorganes, der rundliche, wenig querovale *sacculus* (Fig. 6 u. 7 *g*) mit der den Binnenraum nahezu ganz ausfüllenden Otolithenmasse aus, der im *cavum inferius* schräg von oben und innen nach unten und aussen gelagert von dem *foramen ovale* durch den untersten Theil des *cavum perilymphaticum* getrennt wird. Derselbe zeigt eine ungemein zarte Aussenwand, die sehr leicht zerreisst und nur unterhalb der Commissur mit der Vorderwand des *utriculus* zusammenhängt, und eine derbere Innenwand (Fig. 6 u. 7 *g*), an der sich in ähnlicher Weise, wie es bei den Teleostiern der Fall, der Nerv fächerartig ausbreitet. Diese hängt hauptsächlich unterhalb der Commissur mit der Innenwand des *utriculus* zusammen. Im Uebrigen ist der Sack vollkommen von den oberhalb gelagerten Theilen getrennt und liegt denselben nur an. Die Otolithenmasse lässt sich sehr leicht im Zusammenhange herauslösen, ist aber nicht, wie bei den Knochenfischen, ein Otolith, wie Calori meint, sondern ein Otolithenbrei, wie bei den höheren Wirbelthieren, der durch eine Otolithensackmembran zusammengehalten wird und bis auf einen schmalen, mit Flüssigkeit gefüllten, an der Vorder- und Hinterwand des Sackes befindlichen Raum denselben ganz ausfüllt. Nach Wegnahme derselben kommt an dem unteren Theile der Innenwand (Fig. 7 *g*) eine längliche *macula*, die, wie bei den meisten Teleostiern, ein wenig nach vorne hin zugespitzt ist, zum Vorschein. Gleichzeitig aber sehen wir dann eine Anzahl von Oeffnungen im Sacke, die unsere Aufmerksamkeit im höchsten Grade in Anspruch nehmen müssen. Unter der Commissur, ein wenig mehr nach vorne gegen die Unterseite des hinteren Endes des *utriculus* gewandt, sehen wir einen länglichen, nach aussen abwärts sehenden, von hinten oben nach unten vorne gestellten Schlitz (Fig. 7 *l*), der von derselben Form, wie bei den Batrachiern, die Verbindung zwischen *sacculus* und Schnecke vermittelt und an dessen äusserer, vorderer Wand die Aussenwand des Sackes ihren Ursprung hat, und dessen Innenrand in die Innenwand desselben übergeht. An

der vorderen Spitze des Schlitzes findet sich dann noch eine, nach aussen sehende, rundliche, feine Oeffnung (Fig. 7 *i*), die *apertura aquaeductus vestibuli*, die in eine cylindrische, zarte Röhre, die Vorhofswasserleitung (Fig. 6 *i*), führt, welche an dem unteren Rande des Endes des *utriculus* ein wenig bogenförmig nach vorne aufwärts gekrümmt, an der Vorderwand der Commissur bis unter das Ende des vorderen, sagittalen Bogenganges an der Innenwand des Gehäuses verläuft, und dann durch die *apertura ossea aquaeductus vestibuli* in die Schädelhöhle tritt, wo wir sie später weiter verfolgen werden. Unter der Mitte und der hinteren Spitze der Spalte (Fig. 7 *k*) findet sich an der Sackwand sowohl von aussen (Fig. 6 *b*), als von innen deutlich sichtbar eine halbkugelige Ausbuchtung, die oberhalb des *aquaeductus cochleae* erscheint. Zu dieser, dem Schneckenanfange, sehen wir einen feinen Nervenfaden, der von der Schneckenwässerleitung bedeckt ist, verlaufen, der aus dem Zweige, der sich zur hinteren Ampulle begiebt, seinen Ursprung nimmt und sich zur Hinterwand des Anfangstheiles begiebt, die etwas verdickt erscheint und innen eine kleine *macula* trägt, welche von einer geringfügigen Otolithenmasse überlagert ist. Dieser Anfangstheil der Schnecke ist also nur eine Ausbuchtung der Sackinnenwand. Am hinteren Sackende, unterhalb des *ductus perilymphaticus*, aber nur bei der Betrachtung der Sackinnenwand hinter der *macula sacculi* in voller Ausdehnung sichtbar (Fig. 6 u. 7 *f*), findet sich dann, wie bei den Teleostiern, noch eine halbkugelige Ausbuchtung, zu der ein stärkerer Nervenfaden, der von den Nerven des Sackes getrennt ist, und zwar an die Innenwand verläuft. Dies ist die eigentliche Schnecke, der Lagenantheil derselben, die dem Sacke gegenüber selbständiger erscheint, wie der Anfangstheil und ein wenig abwärts überhängt, so dass derselbe unten gleichsam abgeschnürt ist. Die Oeffnung gegen den Binnenraum des *sacculus* (Fig. 7 *f*) ist rundlich. In dieser flaschenförmigen Ausbuchtung befindet sich dann an der Innenwand eine rundliche *macula acustica* und eine ebenfalls rundliche Otolithenmasse. So sind alle Theile, die wir bei den Teleostiern fanden, namentlich was Sack und Schnecke betrifft, in ähnlicher Form bei *Siredon* nachweisbar und als neu tritt nur der Anfangstheil der Schnecke hinzu, auf den ich bei der allgemeinen Betrachtung des häutigen Gehörorganes wieder zu sprechen komme und der, wie wir sehen werden, für das Verständniss des Gehörorganes der Frösche und weiterhin der Reptilien von wesentlicher Bedeutung ist.

Pl. XVIX

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Vergr. $^5/_2$. Kopf von *Siredon pisciformis* präparirt. An der einen Seite die Kaumuskulatur freigelegt, auf der anderen Seite weggenommen. *a. abductor branchiorum.* *b.* Nackenmuskeln. *c. depressor maxillae.* *d. Temporalis et masseter.* *e. parietale.* *f.* Gehörkapseloberfläche. *g.* Horizontaler Theil des *squamosum.* *h.* Ansatzleiste der Muskeln. *i. columella.* *k.* Absteigender Theil des *squamosum.* *l. nervus glossopharyngeus.* *m.* Branchialmuskeln. *n.* Ast der *carotis.* *o. vagus* mit dem ersten Branchialast vorne.

Fig. 2. Vergr. $^3/_1$. Schädel von *Siredon* präparirt und von hinten gesehen. *a.* Eingang in das *cavum anterius* der Gehörkapsel. *b.* Oeffnung der knöchernen Kapsel, in der das *operculum* gelagert. *c. foramen jugulare.* *d. os parietale.* *e.* Grenze zwischen *occipitale laterale* und *opistoticum.* *f.* Horizontaler Theil des *squamosum.* *g.* Oeffnung zum Durchtritt eines *Carotis*-Astes. *h. pars externa columellae.* *i. pars media.* *k.* Ansatz der *pars externa columellae.* *l. operculum.* *m. ligamentum* zwischen *operculum* und der *pars interna columellae n.* *o.* Raum zur Aufnahme des *facialis.*

Fig. 3. Vergr. $^4/_1$. Halbirter Schädel von *Siredon* von innen gesehen. *a. foramen trigemini.* *b.* Innere Oeffnung des *canalis Fallopiae.* *c.* Oeffnung für den Utricularnerven. *d. porus acusticus internus.* *e.* Oeffnungen für den Sacknerven. *f.* Oeffnung für den Schnecken- und hinteren Ampullennerven. *g. foramen rotundum.* *h. foramen vagi.* *i.* Fortsatz des seitlichen Hinterhauptbeines zur Verbindung mit dem *parietale.* *k. apertura aquaeductus vestibuli.* *l.* Den *processus sphenoidalis n* durchsetzender Canal.

Fig. 4. Vergr. $^4/_1$. Schädel von *Siredon* von aussen gesehen, mit geöffnetem *foramen ovale* und weggenommenem *operculum.* *a.* Knochenfortsatz zum Ansatze der Nackenmuskeln. *b. foramen rotundum.* *c.* Rand zur Anheftung des *operculum.* *d.* Oeffnung für den Schneckennerven. *e.* Leiste zur Begrenzung des *recessus* der Schnecke. *f.* Oeffnungen für den Sacknerven. *g. crista vestibuli.* *h.* Eintrittsstelle der *carotis interna.* *i.* Aeussere Oeffnung des *canalis facialis.* *k.* Oeffnung für den Utricularnerven. *l.* Begrenzungsleiste des *cavum anterius.* *m. processus squamosus prootici.* *n. apertura aquaeductus vestibuli* in der *cavitas vestibuli.* *o.* Begrenzungsleiste des *cavum posterius.*

Fig. 5. Vergr. $^7/_2$. Gehirn und Gehörorgan von der Schädelbasis präparirt. *a. ampulla posterior.* *b. sacculus.* *c. cochlea.* *d.* Unterer Theil des *saccus endolymphaticus.* *e. trigeminus.* *f. facialis.* *g. ductus s. canalis perilymphaticus.* *h. glossopharyngeus.* *i. vagus.*

Fig. 6. Vergr. $^{30}/_1$. Der der Innenwand des Gehäuses anliegende Theil des häutigen Gehörorganes nach Herausnahme der Otolithenmasse, von der Schädelhöhlenseite gesehen. *a.* Bogengangcommissur. *b.* Anfangstheil der Schnecke. *c. ductus perilymphaticus.* *d.* Verbindungsröhre der hinteren, frontalen Ampulle. *e.* Nerv der hinteren Ampulle. *f.* Schnecke. *g. macula sacculi.* *h. utriculus.* *i. aquaeductus vestibuli s. ductus endolymphaticus.*

Fig. 7. Vergr. $^{30}/_{1}$. Dasselbe Präparat von aussen gesehen. *a.* Frontaler, hinterer Bogengang. *b.* Sagittaler, vorderer Bogengang. *c.* Ampullenförmig erweitertes Ende des horizontalen Ganges. *d.* Oeffnung des *ductus perilymphaticus* im *cavum perilymphaticum.* *e.* Verbindungsröhre der hinteren Ampulle. *f.* Eingang in die Schnecke. *g. macula sacculi. h. utriculus. i. apertura aquaeductus vestibuli. k.* Oeffnung des Anfangstheiles der Schnecke. *l.* Communication zwischen *sacculus* und *utriculus.*

Fig. 8. Vergr. $^{3}/_{1}$. Kopf von *Siredon pisciformis* mit geöffneter Schädelhöhle und präparirten Gehörorganen. *a. saccus endolymphaticus. b.* Sagittale Ampulle. *c.* Horizontale Ampulle. *d. sacculus. e.* Bogengangcommissur. *f.* Hintere Ampulle. *g.* Sagittaler Bogengang. *h.* Horizontaler Bogengang. *i.* Periostale Umhüllungsmembran. *k.* Hinterer, frontaler Bogengang. *l. ductus endolymphaticus.*

Fig. 9. Vergr. $^{3}/_{1}$. Median durchschnittener Schädel. *a saccus endolymphaticus. b.* Communicationen mit dem *cavum epicerebrale. c.* Durch die Gehirnhülle schimmernde, seitliche Masse des *saccus endolymphaticus.*

XVI.

Die Morphologie des Gehörorganes von *Coluber natrix.*

Von

Dr. C. Hasse.

Mit Tafel XXX.

Das Gehörorgan der Schlangen hat zunächst dadurch mein Interesse erweckt, weil bei diesen Thieren, und sie stehen ja damit in der Classe der Reptilien einzig da, eine *membrana tympani* und eine Paukenhöhle und somit auch eine *tuba Eustachii* fehlt, so dass in dieser Beziehung eine Uebereinstimmung mit den Verhältnissen bei den *Perennibranchiaten* und *Salamandrinen* zu Stande kommt, die uns dazu führt, von vorne herein den Schlangen den niedersten Platz in der Reihe der Reptilien anzuweisen. Dies erfährt nun bei näherer Untersuchung des knöchernen, sowohl wie des häutigen Labyrinthes keine Aenderung.

Waren, was die Anatomie des Gehörorganes des *Axolotl* betraf, die Angaben verhältnissmässig spärlich und theilweise ungenau, so ist dagegen die Literatur über dieses wichtige Sinnesorgan der Natter eine sehr viel reichere und schon bei den älteren Autoren finden sich Beobachtungen, deren Feinheit und Schärfe gültiges Zeugniss für das Talent der Bearbeiter ablegt. Namentlich zeichnet sich auch hier wieder COMPARETTI[1]) unter seinen Zeitgenossen aus, ferner SCARPA in seinem berühmten Werke: »Anatomicae disquisitiones de auditu et olfactu 1789«, auf dessen Angaben im Wesentlichen die von WINDISCHMANN[2]) beruhen. Besonders bemerkenswerth sind dann aber in neuester Zeit die Angaben von RATHKE[3]), die, wenn sie sich auch vorzugsweise auf dem Gebiete der Entwicklungsgeschichte bewegen, dennoch ein helles Licht auf viele

1) Observationes anatomicae de aure interna comparata. 1789.
2) De penitiori auris in amphibiis structura. 1831.
3) Entwicklungsgeschichte der Natter. 1839.

Verhältnisse bei erwachsenen Thieren werfen. Ich werde an geeigneten Stellen auf diese früheren Beobachtungen zurückkommen.

Die auch bei diesen Thieren zwischen *vagus* und *trigeminus* (Fig. 5, 7, 8) an der Seitenfläche des Schädels befindliche Gehörkapsel erscheint wie bei allen Thieren bis zu den Säugern empor nach aussen und theilweise nach oben hin (Fig. 1 *cd*, Fig. 2 *b*) von dem Kiefersuspensorium und zwar dem *squamosum* und *quadratum* überlagert, welche bei diesen Thieren in Verbindung mit dem *pterygoides* eine Entwicklung erlangen, wie uns eine solche nicht wieder in der Wirbelthierreihe begegnet. Es ist bei ihnen, möchte ich sagen, die höchste Stufe der Ausbildung dieses Apparates erreicht. Sehen wir bei den Fröschen das auf einen kleinen stachelartig nach vorne abwärts ragenden Knochen reducirte *os squamosum*, mit dessen Unterseite hakenförmig nach hinten gebogen das *quadratum* verwachsen, auf der äusseren Kante des stark lateralwärts ragenden *processus squamosus prootici s. tegmen tympani* angeheftet und dadurch von der Aussenfläche der Gehörkapsel abgedrängt, so finden wir dagegen bei der Natter diesen Knochen (Fig. 1 *a*), viel ähnlicher den Verhältnissen der *Perennibranchiaten*, resp. *Salamandrinen*, beträchtlich ausgewachsen und gleichzeitig gelenkig mit dem *quadratum* (Fig. 1 *d*, Fig. 2 *b*) verbunden. Allein damit nicht genug, wir sehen dasselbe auch eine andere Lage einnehmen (Fig. 1 u. 2). Wir finden, dass der *processus squamosus prootici* (Fig. 3), der auch bei diesen Thieren an der Grenze zwischen der oberen und äusseren Fläche der Labyrinthpyramide wenn auch nur eine kleine Hervorragung bildet, das *squamosum* trägt, allein da dieses sich zu einem breiten, platten Knochen entwickelt hat, so liegt es nicht blos an diesem Fortsatze, sondern auch, wie bei den *Perennibranchiaten* und *Salamandrinen*, auf der Oberfläche der Labyrinthpyramide und zwar in einer Weise, die bei einigen Schlangen ein Vorbild für die Verhältnisse bei den Vögeln bildet. Der Knochen dreht sich mit dem stark nach hinten gedrängten *os quadratum* (Fig. 1 *d*, Fig. 2 *b*) um die transverselle Axe, die durch die Befestigung des Knochens an dem vorne an der Gehörkapsel gelegenen *processus squamosus s. tegmen tympani* (Fig. 3) geht und zwar bei der Natter über die äussere Hälfte der Oberfläche der Gehörkapsel (Fig. 1) und stösst mit seinem vorderen Ende an die laterale Kante des *os parietale* (Fig. 1 *f*), ein Verhältniss, wie wir es ja zum ersten Male bei den *Perennibranchiaten* auftreten sahen und das wegen der allmäligen Reduction des *squamosum* bis zu den Fröschen bei diesen Thieren eine Unterbrechung erlitt. Ja bei *Python* sehen wir sogar, wie bei den Vögeln, die gesammte Oberfläche des Labyrinthes von Knochen überlagert, so dass nicht blos der vordere Rand, sondern auch der innere sich an das *parietale* anlegt und nicht blos mit diesem Knochen, sondern auch mit dem *occipitale superius*, dem Homologon des

oberen Theiles der *squama ossis occipitis* der höchsten Wirbelthiere sich verbindet. Es erstreckt sich horizontal nach hinten (Fig. 1) über die Labyrinthkapsel hinaus und zwar bis zur Seitenfläche der ersten Wirbel und trägt dann auf der Aussenfläche seines hinteren Endes das obere, verbreiterte, platte Ende des *quadratum* (Fig. 2 *b*), das wie bei den Fröschen als ein langer, griffelförmiger Knochen abwärts nach hinten und aussen ragt und an seiner Spitze in Verbindung mit dem *os pterygoides* und dem Unterkiefer (Fig. 2 *h*) tritt, welche Articulation begreiflicherweise weit hinter dem Schädel in den Bereich der Wirbel und zu gleicher Zeit wegen der ausserordentlichen Länge des Knochens tief unter das Niveau der Schädelbasis fällt. Das *os quadratum* von *Python,* nicht dagegen das der Natter, hat als Anklang an die hakenförmige Biegung desselben bei den Fröschen, die in vollster Ausbildung bei den Eidechsen und Schildkröten sich findet, einen kleinen Einschnitt hinten an der Verbindungsplatte mit dem *squamosum*, der nach unten hin durch einen kleinen stachelartigen Vorsprung begrenzt wird, dem wir auch schon an der *cartilago palatoquadrata* von *Siredon* begegneten, und der zur Anheftung der alsbald zu erwähnenden *columella* dient.

Die Lage und die Richtung der Knochen, namentlich des *quadratum*, die natürlich eine gewaltige Verlängerung des Unterkiefers nach hinten hin zur Folge hat, wie das im Uebrigen schon bei den höheren Amphibien deutlich, bringt es mit sich, dass das *pterygoides,* das ja die Verbindung namentlich auch der Oberkiefertheile mit dem *suspensorium* zu vermitteln bestimmt ist, ausserordentlich nach hinten in die Länge gezogen erscheint, auf der anderen Seite aber soweit aus dem Niveau der Unterfläche der Schädelbasis abwärts gedrängt wird, dass es nicht mehr zu einer Verbindung mit Theilen der Schädelbasis, namentlich mit dem *basisphenoidale* kommen kann. Trotzdem sehen wir noch Andeutungen der Fortsätze, die von dem *sphenoidale basilare* und dem *pterygoideum* ausgehen und die auch bei diesen Thieren darauf hinweisen, dass ihre Stammeltern wirklich die Verbindung besassen. Es sind zwei nahe der Mitte des *sphenobasilare* an der Unterseite befindliche, abwärts ragende Muskelhöcker und schwache, flügelförmige Verbreiterungen an der Innenseite der Stellen, wo das einfache *pterygoides* sich in das *pterygoideum externum* und *internum* theilt, ein Fortsatz, der bei den Eidechsen nur mehr schwach angedeutet ist, während die Höcker des *sphenobasilare* als *processus pterygoides* bei diesen Thieren in voller Entwicklung vorhanden sind und die Verbindung mit den Flügelbeinen vermitteln. Diese Verbindung unterscheidet sich aber dadurch von der bei den *Perennibranchiaten, Salamandrinen* und *Batrachiern,* dass sie viel weiter nach vorne gelagert ist und das hängt von der Entwicklung des *occipitale basilare* einerseits, andererseits aber und vor allem von der Ausbildung des *basi-*

sphenoidale ab. Bei den Amphibien befindet sie sich unmittelbar vorne an der Spitze der Labyrinthpyramide, bei den Schlangen dagegen, wenn sie auch unterbrochen ist und bei den Eidechsen, wo sie vollständig, weit von derselben nach vorne. Dadurch nun, dass bei den Schlangen das *quadratum* weit nach hinten rückt, wird der Raum zwischen diesem Knochen und der Verbindung des *pterygoides* mit der Schädelbasis oder besser den Andeutungen derselben ausserordentlich gross und wir erkannten ja in der vorigen Abhandlung dieses *cavum* als ausserordentlich wichtig für die Bildung der Paukenhöhle und der *tuba*, welche beide ja nichts weiter als Ausstülpungen der Rachenschleimhaut sind, die sich in dem Augenblicke geltend machen, wo, wie bei den Fröschen, dieser Raum so gross wurde, dass derselbe nicht mehr, wie es noch bei den *Perennibranchiaten* der Fall, durch Nerven, Gefässe und das dieselben umhüllende Bindegewebe ausgefüllt werden konnte. Trotz der weiteren Entwicklung dieses so ausserordentlich wichtigen *cavum* bei den Schlangen, das relativ weit grösser als bei den Eidechsen ist, sehen wir dennoch keine Ausstülpung der Rachenschleimhaut, keine *tuba* und kein *cavum tympani* auftreten. Gleichwohl sind, wenn man den nackten Schädel betrachtet, noch günstigere Bedingungen für die Bildung dieser Theile vorhanden, denn die Länge und Richtung des Knochens nach aussen bringt es ausserdem mit sich, dass der Raum zwischen der Aussenfläche der Gehörkapsel und der Innenwand des Kiefersuspensorium und namentlich des *quadratum*, der bei den *Perennibranchiaten* geringfügig, bis zu den *Batrachiern* empor aus bereits früher angegebenen Gründen immer mehr sich vergrössert, wächst. Diese Entwicklung geht nun aber im Wesentlichen nicht nach aussen vor sich, sondern, wegen der Entwicklung des Kiefersuspensorium nach hinten, nach aussen und hinten, so dass sich der Raum viel mehr in der sagittalen als in der frontalen Ebene ausdehnt, in welch letzterer er bei den Amphibien und höheren Reptilien seinen grössten Durchmesser besitzt. Kommt nun bei diesen Thieren ein Theil der Labyrinthaussenfläche nach hinten vom *quadratum* zum Vorschein, so sehen wir dagegen (Fig. 2) bei den Schlangen die ganze Aussenfläche der Gehörkapsel, ja sogar die Seitenfläche der ersten hinten gelegenen Wirbel vor demselben gelagert und frei an der Seite des Schädels vorliegen. Dadurch muss der Schallzuleitungsapparat (Fig. 2 *ae*), die *columella*, abgesehen von der Länge, die natürlich mit der Zunahme des Raumes zwischen *suspensorium* und Labyrinthaussenfläche immer beträchtlicher werden muss, eine ganz andere Richtung bekommen. War bei den Amphibien die *columella*, das *hyomandibulare*, der Rest des oberen Theiles des zweiten Kiemenbogens, der natürlich hinter dem Kiefergerüst, einem Theile des ersten, liegen muss, mehr oder minder von vorne, aussen nach hinten, innen gerichtet, so finden wir dieselbe dage-

gen bei den Schlangen eine sehr schräge Lage von hinten aussen, nach vorne innen einnehmen (Fig. 2), so dass, während sie bei den Fröschen nahezu in der frontalen gelagert war, sie bei den Schlangen aus leicht begreiflichen Gründen nahezu in der sagittalen liegt, parallel der Richtung des *quadratum,* an dessen Hinter- und Innenseite dieselbe natürlich angeheftet und zwar an einem kleinen Vorsprunge, während sie andererseits im Umfange des *foramen vestibulare* eingelassen erscheint.

Es fragt sich nun, wie geht es zu, dass in dem grossen Raume, der zwischen *squamosoquadratum,* der Aussenseite der Gehörkapsel, dem hinteren Theile des *pterygoides* und dem vorhin erwähnten Fortsatze, dem *proc. pterygoideus* des *basisphenoidale* sich ausdehnt, der nach oben aussen gegen die Temporalhöhle, nach unten gegen den Schlund offen steht und in dem hinten oben die *columella* suspendirt ist, sich keine Ausstülpung der Rachenschleimhaut, sei es in der ganzen Ausdehnung, sei es in einem Theile desselben, wie bei den *Batrachiern* geltend macht? Man sollte doch nach dem Vorhergehenden um so eher eine solche präsumiren, als der Raum durch das schnelle Wachsthum des *suspensorium* gegenüber den übrigen Theilen, in der embryonalen Periode zu Stande kommt. Dabei würde jedoch ausser Acht gelassen sein, dass Hand in Hand mit der Bildung dieses *cavum* durch das Wachsthum der Knochen in dem ausfüllenden, embryonalen Gewebe ungemein lebhafte Wachsthumsvorgänge und Umbildungsprocesse sich geltend machen und eben wohl das primär Bedingende der Grösse des Raumes sind. Es bilden sich Muskeln, die dann ohne Zweifel einen Einfluss auf das Zustandekommen einer gelenkigen Gliederung zwischen *squamosum* und *quadratum* üben. Es sind die Muskeln, die am hinteren Theile des Schädels, an der Labyrinthkapsel und dem *squamosum* entspringend vor dem *quadratum* zum Unterkiefer sich erstrecken (Fig. 1 *g h*) und die als Kaumuskeln anzusehen sind. Diese gewinnen entsprechend der Ausdehnung der Räumlichkeit von vorne nach hinten eine bedeutende Mächtigkeit und zwar einerseits am Kiefergerüst und am Unterkiefer, andererseits an dem hinteren Theile des Schädels und gliedern sich in eine obere und untere Gruppe. Jene umfasst den *masseter* und *temporalis* (Fig. 1 *g h*), der mit seinen verschiedenen Köpfen vorne das *frontale, parietale, squamosum* und *quadratum* überlagert und von ihnen entspringt, um zum Unterkiefer zu ziehen, während diese (Fig. 2 *f*) als *pterygoideus externus, internus, praesphenopterygoideus (Owen), depressor tympani (Owen),* oder *adductor ossis quadrati* gegliedert, am *pterygoideum externum* und *internum* und an der Schädelbasis, namentlich am *sphenobasilare* entspringend, zur Innenseite des Gelenktheiles des Unterkiefers unterhalb und vor der *columella* zieht und somit den Raum, der hinter dem Sphenoidalfortsatze des *pterygoideum* und dem *processus pterygoideus* des *basisphe-*

noidale und dem *quadratum* mit der *columella* bleibt, vollkommen ausfüllt. So bleibt für eine Ausstülpung der Rachenschleimhaut, die glatt die zuletzt aufgeführte Muskelgruppe von unten her überzieht, gegen die *columella* und die Hinterseite des *quadratum* kein Raum und somit haben wir eine Erklärung für den Mangel einer Paukenhöhle und einer *tuba*. Allein es kann auch nicht zur Bildung eines Trommelfells kommen, weil das Kiefersuspensorium, namentlich die Ansatzstelle der *columella*, durch Muskeln überlagert und von dem Integumente abgeschieden ist und zwar ist es, wie bei den *Perennibranchiaten* und *Salamandrinen*, vor allem der *depressor maxillae*, der *digastricus*, der von aussen hinten her das *quadratum* bedeckt, wobei ich dann gleichzeitig bemerken will, dass der hintere Theil des *squamosum* (Fig. 1) von der Rückenmuskulatur überlagert ist. So haben wir von den niederen Classen der Amphibien mit Umgehung der *Batrachier* eine Weiterbildung bis zu den Schlangen, die zeigt, dass die Verwandtschaft zwischen diesen inniger, als zwischen den Ophidiern und den Fröschen.

Bevor ich mich nun dazu wende, den Schallzuleitungsapparat näher zu beschreiben, möchte ich noch darauf aufmerksam machen, dass ein Causalnexus zwischen dem Fehlen einer Paukenhöhle und *tuba* und einer *membrana tympani*, wie ihn Scarpa aufstellt, nicht vorhanden ist. Dagegen spricht einmal die verschiedene Bildungsweise, allein zweitens auch von vorne herein die Beobachtung von Scarpa selber, die Windischmann etwas weiter ausgeführt, dass eine Paukenhöhle und eine Ohrtrompete vorhanden sein können, ohne dass ein Trommelfell vorhanden zu sein braucht, wie es bei den *Chamaeleonten*, und, das ist vor allem interessant, bei *Anguis fragilis*, die ja, wie wir wissen, ein Mittelglied zwischen den Eidechsen und Schlangen bildet, der Fall.

Die *columella*, deren Anheftungsstelle ich bereits beschrieben, ist sowohl von Comparetti und Scarpa, als von Windischmann eingehender in ihren Bestandtheilen studirt worden und ich kann den genauen Angaben, namentlich des ersten Forschers, nur wenig mehr hinzufügen. Nur was die vergleichend anatomische Seite betrifft, so möchte es wohl zulässig sein, sich darüber, wenn auch nichts weniger als erschöpfend, so doch etwas eingehender, als es bisher geschehen, zu verbreiten. Die *columella* besteht nach sämmtlichen Forschern aus zwei Abtheilungen, einer knöchernen, inneren, längeren (Fig. 2 *a*) und einer kürzeren, knorpeligen, äusseren (Fig. 2 *e*), welche letztere durch sehr lockere Bandmassen mit dem Höcker an der Hinterseite des *quadratum* verbunden ist, die ziemlich ausgiebige Verschiebungen des *suspensorium* an der *columella* gestattet. Der knorpelige, äussere Theil, der nur ein Drittel des gesammten Gehörstäbchens einnimmt, ist ein zarter Cylinder, der bei den Bewegungen des Quadratbeines sehr leicht gebogen wird, ohne dass in

gleicher Weise die knöcherne Abtheilung der *columella,* die im Gegentheil dadurch in der Richtung ihres Verlaufes nach vorne innen, respective nach aussen hinten getrieben wird, daran Theil nimmt. Ich homologisire diese knorpelige Abtheilung mit der *pars externa columellae* der Amphibien, die knorpelig bei den *Batrachiern,* bei den *Perennibranchiaten* eine Bandmasse darstellt. Die knöcherne Abtheilung, die der *pars media s. ossea* der Amphibien und der *pars interna cartilaginea,* oder der *patina* bei *Siredon* entspricht, zeigt, trotzdem es, wie schon Comparetti bemerkt, zuweilen bei Versuchen die *columella* aus dem *foramen vestibulare* herauszuziehen den Anschein haben kann, als sei der innere Theil (Fig. 2 *a*) von dem mittleren getrennt, da ersterer leicht in dem Umfange des Fensters stecken bleibt, eine zusammenhängende Masse. Es ist ein langes, cylindrisches, feines Knochenstäbchen, das an seinem Ende ein schalenförmig ausgehöhltes Knochenstäbchen (Fig. 2 *a*) trägt, das nach vorne innen und oben gerichtet in dem Umfange des *foramen vestibulare* eingelassen ist. Auf die Einfügung dieser Platte, der *basis stapedis* der höheren Thiere, des kolbigen Endes der *columella* der Frösche und der *patina* des Axolotl, die in der Wirbelthierreihe zum ersten Male bei den Schlangen knöchern erscheint, komme ich alsbald zu sprechen. Zuvor möchte ich eines Umstandes gedenken, der mir ein gewisses Licht auf die Verhältnisse bei den *Batrachiern* zu werfen scheint. Unter und vor der Einfügung der *columella* in das *foramen ovale* kommt der Hauptast des *facialis* zum Vorschein (Fig. 2 *c*), nachdem derselbe den *ramus palatinus,* oder den *petrosus superficialis major* in den *canalis vidianus* hinein abgegeben hat und verläuft, nachdem er einen schon von Vogt [1]) erwähnten Ast gegen den Unterkiefer *(chorda tympani?)* gesandt, über der Mitte des knöchernen Stäbchens der *columella* nach hinten, um sich in der Muskulatur des *depressor maxillae* auszubreiten. Dieser Nerv ist von Gefässen begleitet, die der *carotis* entstammen.

Dieses bei den Schlangen constatirte Verhältniss war die Veranlassung das Verhalten der Nerven an der *columella* und der Paukenhöhle der *Batrachier* aufs Neue einer Untersuchung zu unterwerfen. Ich fand ja bei diesen Thieren hinter der Gehörkapsel (Taf. XVIII, Fig. 2) aus dem *vagus* einen Ast sich abzweigen, der sich hinter der *columella* mit Zweigen verband, die über die Mitte dieses Knochens weg verlaufend dem *trigeminus* angehörten. Dieser Zweig nun, der über die Hinterwand der *tuba* nach aussen gegen das Kiefersuspensorium verlief, hat ganz den gleichen Verlauf wie der Nerv, den ich bei *Siredon* als *glossopharyngeus* bezeichnete und der auf kurzer Strecke dem *vagus* anliegend am Gehirne einen von ihm gesonderten Ursprung besitzt und auch peripherisch

1) Müller's Archiv. 1839.

von ihm getrennt weiter verläuft, ganz wie es bei den höheren Thieren der Fall, nur dass derselbe auch beim Verlassen der Schädelhöhle von dem *vagus* gesondert erscheint. Ich glaube mich nun nach meinen neuen Erfahrungen berechtigt, diesen Nerven auch bei den Fröschen als *glossopharyngeus* in Anspruch nehmen zu dürfen. Ausserdem habe ich aber, wie auch andere Forscher, namentlich STANNIUS[1]), beobachtet, dass einer der Zweige, die über die *columella* laufen, dem *nervus facialis* entstammt, wenn dieser auch nicht den Hauptzweig desselben repräsentirt und so haben wir denn, da derselbe sich mit dem Aste des *trigeminus* verbindet und dieser wieder mit dem *glossopharyngeus*, der Zweige des *lymphaticus* bekommt, hinter der *columella* und Paukenhöhle eine Jacobson'sche Anastomose, die auch den *Perennibranchiaten* nicht fehlt, nur dass mir die Verbindung des *facialis* mit dem *trigeminus* hier unklar geblieben und ich nur mit grosser Wahrscheinlichkeit den Ast des *trigeminus* über der *columella* gesehen. Ich halte mich übrigens überzeugt, dass sich auch bei den Schlangen ausser dem *facialis* ein Ast des *trigeminus* über der *columella* nach hinten zur Bildung der Jacobson'schen Anastomose mit dem *glossopharyngeus* begiebt, der dann auch bei den Fröschen und *Perennibranchiaten* als *petrosus superficialis minor cum ramo tympanico glossopharyngei* zu bezeichnen wäre und Verbindungen mit dem *facialis* eingeht.

Abgesehen nun von der Jacobson'schen Anastomose erscheint mir das Verhalten des *facialis* auch nach anderen Richtungen hin interessant. Was diesen Nerven bei den Fischen betrifft, so weiss ich leider dem Bekannten nichts Neues hinzuzufügen, da mir bis jetzt eigene Erfahrungen fehlen. Bei *Siredon*, bei dem zum ersten Male der Schallzuleitungsapparat in seiner einfachsten Form und in guter Ausbildung auftritt, ist derselbe ja, was z. B. bei den *Cyclostomen* kaum der Fall, vollkommen von dem *acusticus* getrennt, und zwar durch einen im *prooticum* vor dem *cavum inferius* des Gehäuses befindlichen, nach aussen ziehenden *canalis Fallopiae* und zieht dann, wahrscheinlich einen Ast an den *trigeminus* abgebend vor der *columella* nach aussen. Bei den *Batrachiern* ist dasselbe der Fall, allein er sendet bereits einen Ast über die *columella* weg nach hinten, der mit Trigeminusästen verläuft. Bei den Schlangen ist ebenfalls ein *canalis Fallopiae* (Fig. 5 *e*, Fig. 8 *i*, Fig. 9 *i*) vorhanden, allein es sind nicht länger untergeordnete Zweige, die der *facialis* über die *columella* wegschickt, sondern es ist der Hauptast, der sich vor allem in den *depressor maxillae* begiebt. Ganz dasselbe ist, wie auch LEYDIG[2]) nachgewiesen, bei den Eidechsen und bei den Schildkröten der Fall, bei

---

1) Anatomie der Wirbelthiere. 1854.

2) Die in Deutschland lebenden Arten der *Saurier*. 1872.

denen man sogar als erste Andeutung des horizontal nach hinten verlaufenden Theils des *canalis Fallopiae* oberhalb des *foramen vestibulare* eine Rinne nachweisen kann, in dem dann bei den Vögeln der *facialis* zu liegen kommt, während er bei den Eidechsen nach aussen davon über die *columella* verläuft und somit im unmittelbaren Anschlusse an die Labyrinthkapsel über die *fenestra ovalis* und somit auch über das darin eingelassene Gehörknöchelchen nach hinten zieht. Betrachten wir nun in der Thierreihe das Entstehen der einzelnen Abtheilungen des *canalis facialis* der Menschen, so sehen wir, dass das erste Stück desselben bis zum *hiatus* am frühesten und als wirklich geschlossener Canal zuerst bei *Siredon* auftritt, während er sich bei den Fischen als einfaches Loch an der Seitenfläche des Schädels darstellt, eine Oeffnung, die (Stannius) auch nicht einmal bei allen vorhanden. Der Theil dann vom *hiatus* bis zum hinteren Umfange des *foramen ovale* macht sich zuerst als Rinne bei den Eidechsen geltend und die letzte Abtheilung bis zum *foramen stylomastoideum* tritt zuerst bei den Vögeln unterscheidbar auf; vollkommen durch zusammenhängende Knochenmasse geschlossen existiren aber diese beiden Abtheilungen erst bei den Säugern. So sehen wir denn, wie der bei den Fischen und *Perennibranchiaten* vor der Gehörkapsel, resp. dem Schallzuleitungsapparate nach aussen sich ausbreitende *facialis* allmälig bei den höheren Thieren immer mehr seine Hauptmasse über die *columella* nach hinten schickt und immer näher der Aussenfläche des knöchernen Labyrinthes rückt, um dann hinter demselben peripherisch weiter zu ziehen.

Wenden wir uns nun nach dieser Betrachtung zur Schilderung des knöchernen Gehörapparates, so sehen wir denselben sich in der Form dem der Eidechsen nähern und mit Bezug auf die umgebenden Knochen ähnliche Lagerungsverhältnisse darbieten. Wir können hier wieder als Grundform die vierseitige Pyramide mit oberer, schräg nach aussen abfallender Fläche und unterer, abgestutzter Spitze mit einer äusseren, inneren, vorderen und hinteren Wand annehmen, eine Pyramide, die zwischen der *vagus* und *trigeminus*-Gruppe an der Seitenfläche des Schädels eingeschoben ist und deren Axe nahezu senkrecht nur in ihrem unteren Theile, wie bei den Eidechsen, unbedeutend nach innen und hinten abweicht. Während sich bei den Schildkröten das Schädeldach schon ein wenig über das Niveau der Basis der Labyrinthpyramide erhob, so ist das nur in einem unbedeutenden Grade bei den Schlangen der Fall, wenn auch mehr wie bei den *Batrachiern* und darin liegt ein weiterer Fortschritt, zu dem sich dann, mit Bezug auf die Gesammtlagerung des Gehäuses, der hinzugesellt, dass die Innenwand desselben nicht nahezu in der Flucht der Schädelinnenwand wie bei den Amphibien liegt, sondern wie es bei den Eidechsen und Schildkröten der Fall, namentlich mit dem oberen Theile ein wenig

in das Innere vorspringt. Zu gleicher Zeit sehen wir, wie, gerade wie bei den Eidechsen, das obere Ende im Schädelbinnenraume ausserordentlich dem der anderen Seite genähert ist.

Die Ohrkapsel wird wie bei den Fröschen und Eidechsen aus drei Knochen, dem *pro-*, *epi-* und *opistoticum*, zusammengesetzt. Rathke gebührt das Verdienst, zuerst in eingehender Weise auf die Entwicklungsgeschichte der Gehörkapsel aufmerksam gemacht zu haben, indem er zeigte, dass in derselben drei Knochenkerne auftreten, die sich immer weiter ausbreiten. An der äusseren Kapselwandung treffen sie endlich da zusammen, wo sich das eirunde Fenster befindet, an der inneren Wand aber an der Oeffnung, durch welche der Gehörnerv tritt. Sie verschmelzen jedoch während des Fruchtlebens nicht miteinander, sondern berühren sich nur, wohl aber verschmilzt der hintere Knochenkern mit dem Seitentheile des Hinterhauptbeines und der obere mit der Schuppe desselben Knochens (Fig. 1 *c* u. *b*). Die Spitze der Labyrinthpyramide lagert sich nicht, wie bei den Eidechsen und Schildkröten, auf der Verbindung des *sphenobasilare* mit dem *occipitale basilare*, auch nicht, wie bei den Fröschen, auf demjenigen Theile des Primordialkranium, der von dem Belegknochen, dem *parasphenoidale*, der in den höheren Thierclassen verschwindet, eingenommen wird, sondern, und das ist mit Bezug auf die Stufe, auf welche die Schlangen in der Thierwelt gestellt werden müssen, interessant, auf den vordersten Theil des *occipitale basilare* (Fig. 8 *gf*), welcher Knochen ja bei den Teleostiern neben *pro-* und *opistoticum* zur Bildung der Spitze der Labyrinthkapsel beitrug. Die Spitze der Ohrkapsel bildet hier sogar an diesem Knochen auf der Unterseite des Schädels eine Hervortreibung, während sie sich bei den niederen Thieren niemals über das Niveau der Schädelbasis nach unten erstreckte. Eine solche Hervorragung ist auch bei den Eidechsen von Clason nachgewiesen, wurde aber dort wegen der Stellung der Spitze an der Grenze des *sphenobasilare* und des *occipitale basilare* als *processus sphenobasilaris* bezeichnet. Betrachten wir nun vergleichend anatomisch etwas näher das Verhältniss der Spitze der Labyrinthpyramide zur *basis cranii*, so stellt sich dasselbe in der Wirbelthierreihe, abgesehen von den *Cyclostomen*, auf die Ketel in der betreffenden Abhandlung genugsam aufmerksam gemacht, folgendermassen dar. Sie wird bei den Teleostiern durch das *occipitale basilare* gebildet, ist also ein Theil dieses Knochens. Bei den *Plagiostomen* sehen wir sie dann von dem hinteren Theile des knorpeligen Primordialkranium gebildet, ähnlich, wie es bei den *Cyclostomen* der Fall. Bei den Amphibien, bei welchen die Labyrinthkapsel durch das Zusammenwachsen des *pro-* und *opistoticum* selbständig, ruht sie entweder dem Primordialkranium auf, an dessen hinterem Theile, jedoch nur in sehr geringer Ausdehnung sich das *occipitale*

basilare findet, oder einem Belegknochen desselben, dem *parasphenoidale*. Bei den Schlangen sehen wir darauf das *occipitale basilare* im Primordialschädel so weit nach vorne gewachsen, dass es mit seinem vorderen Ende die Spitze der selbständigen Gehörkapsel aufnimmt und bei den Eidechsen und weiter bei den Schildkröten, und ferner bei den höher stehenden Formen sehen wir dann, wie ich es früher in der Arbeit über das Gehörorgan der Frösche ausführlich auseinander gesetzt, wie die Spitze zuerst auf der Verbindung zwischen *occipitale basilare* und *basisphenoidale* ruht und dann ausschliesslich auf dem letzteren Knochen, oder sie wird, wie bei den höchsten Wirbelthieren, den Säugern und den Menschen von einem abgetrennten Stücke desselben, dem *os tympanicum*, oder dem *annulus tympanicus*, aufgenommen.

Wenden wir uns jetzt zu den einzelnen Flächen der Labyrinthpyramide, so sehen wir die obere wie bei den Eidechsen schräg von oben innen nach unten und aussen abfallen und wie bei den Amphibien nahezu vollkommen bis auf einen kleinen, medianen Theil (Fig. 1 *b*) von Muskeln und theilweise von dem *squamosum* (Fig. 1 *a*), wenig dagegen von den Knochen des Schädeldaches überlagert. Der mediane, freie Theil liegt bei der Natter unmittelbar unter dem Integumente und das *parietale* stösst nur an den vorderen Rand und bildet dort eine deutlich ausgeprägte Nahtverbindung (Fig. 4). Etwas anders stellt sich, wie schon erwähnt, das Verhalten bei *Python*. Nicht blos das *squamosum* und die darauf liegenden Muskeln, sondern auch das *parietale* schiebt sich von innen her über die Oberfläche und überlagert dieselbe. Sie zeigt nur vorne und aussen scharfe Begrenzungen, innen und hinten dagegen ist dieselbe wie bei den Eidechsen nur künstlich darstellbar, weil die constituirenden Knochen innen mit dem *occipitale superius* (Fig. 1 *b*), hinten mit dem *occipitale laterale* verschmolzen sind (Fig. 1 *c*). Immerhin ist es sehr leicht, die Trennung zwischen diesen Knochen, die nur, wie Rathke nachgewiesen, zur embryonalen Periode geschieden sind, zu vollführen und zwar, weil wir bei diesen Thieren, wie bei den Eidechsen, in einem noch ausgeprägteren Grade wie bei den *Batrachiern*, Leisten darüber hin verlaufen sehen, die grösstentheils genau den Grenzen der Basis der Labyrinthpyramide entsprechen, so dass man sich nur an diese zu halten braucht, um mit Leichtigkeit die Isolation vorzunehmen. Diese Leisten, eine äussere (Fig. 3 *g*), hintere (Fig 3 *f*) und vordere (Fig. 3 *h*), sind wie bei den Eidechsen der Ausdruck der Bogengänge, die ersten Andeutungen selbständiger, knöcherner Canäle, die anfangen sich über die Oberfläche zu erheben und ihr Verlauf bedingt die Form derselben, die sich mehr mit der eines Dreieckes mit abgestutzter, medianwärts gewandter Spitze vergleichen lässt (Fig. 4, Fig. 3 *i*).

Immerhin wollen wir aus vergleichend anatomischen Gründen die viereckige Form zur Grundlage unserer Betrachtung machen.

Wie es von vorne herein vorauszusehen, da die *Batrachier* die Leiste, welche der Ausdruck des hinteren, frontalen Bogenganges ist, am meisten vorspringend zeigen, so erhebt sich auch bei diesen Thieren die hintere am meisten, während die vordere am wenigsten ausgeprägt, jedoch am längsten (Fig. 3 *h*) von allen erscheint. Sie verläuft, vorne an die Naht zur Verbindung des *prooticum* mit dem *parietale* grenzend, in leicht S förmiger Biegung von vorne unten aussen, nach innen oben und hinten und zeigt als Ausdruck des sagittalen Bogenganges am äusseren Ende eine leichte Anschwellung. Die hintere, kürzere (Fig. 3 *f*), die die vordere Grenze des seitlichen Hinterhauptbeines angiebt, zieht ebenfalls mit einer Anschwellung, die aber ein wenig höher steht, wie die der vorderen und wie bei den Eidechsen als eine starke Protuberanz dem Ausdruck der frontalen, hinteren Ampulle am Zusammenstosse mit der äusseren *crista* sich geltend macht, hinten und aussen beginnend, ebenfalls in einer leichten, nach vorne aussen convexen Krümmung nach innen vorne und oben, um mit der vorderen zur Bildung der inneren Kante im abgerundeten Winkel (Fig. 3 *i*) zusammenzustossen. Diese, die ja zugleich das obere Ende der Innenfläche darstellt, erscheint natürlich wenig ausgedehnt, convex nach innen vorspringend und ist (Fig. 1, Fig. 4 *f*), wie wir etwas Aehnliches an dem Gehörorgane der Fische und der Eidechsen sehen, so nahe der Mittellinie des Schädeldaches gelagert, dass nur ein sehr schmaler Zwischenraum, der der Ausdehnung des *occipitale superius* entspricht, vorhanden und somit ausserordentlich der der anderen Seite genähert. Sie ist der Ausdruck des oberen Endes der Commissur (Fig. 4 *f*), die somit wie bei den Teleostiern der anderen nahe liegt. Die äussere Kante (Fig. 3 *g*), der Ausdruck des horizontalen Bogenganges, beginnt vorne, nach hinten von der Anschwellung der sagittalen ebenfalls mit einer Anschwellung, die die Lage der horizontalen Ampulle andeutet, ist jedoch nach aussen von einem kleinen, höckerartigen Vorsprunge (Fig. 3), dem rudimentären *processus squamosus s. tegmen tympani* bedeckt und daher etwas weniger deutlich sichtbar. Sie verläuft dann leicht S förmig gebogen nach aussen ein wenig convex, nach hinten und etwas nach oben bis zur Portuberanz der hinteren Ampulle, oberhalb und nach vorne von welcher sie verschwindet. Sie ist dort gleichsam von dem unteren Theile der hinteren Leiste überlagert. Der dreieckige Raum zwischen diesen Leisten erscheint leicht ausgehöhlt, zeigt jedoch nicht wie bei *Anguis fragilis* und den Eidechsen aus der Tiefe durchschimmernde Theile *(sacculus)*. Ueber die Basis verlaufen nun nach Art eines Y die Nähte (Fig. 1, 3, 4), die gerade so, wie bei den Eidechsen die Vereinigung der drei Knochen, des *pro-*, *epi-*und *opisto-*

ticum anzeigen. Die beiden queren Schenkel (Fig. 4 *gi*) ziehen schräg nach innen vorne und nach innen hinten über die Vereinigung des inneren mit dem mittleren Drittel der vorderen und hinteren Bogengangsleiste. Was medianwärts von ihnen liegt, gehört bis zur inneren Kante dem *epoticum* (Fig. 3 *e*) an. Der senkrechte Schenkel (Fig. 4 *h*) zieht über die Mitte der Aushöhlung, über die äussere Bogengangsleiste. Was hinter derselben befindlich, ist das mit dem seitlichen Hinterhauptbeine verwachsene *opistoticum* (Fig. 3 *d*), während sich dann vor demselben bis zur Naht mit dem *parietale* das *prooticum* (Fig. 3 *c*) ausdehnt.

Die äussere, dreiseitige Fläche steht schräg von oben aussen und vorne, nach unten innen und etwas nach hinten, wo dieselbe sanft gerundet in die hintere Fläche übergeht, während sie mit der vorderen in einer scharfen Kante zusammenstösst. Die schräge Richtung der Fläche ist beträchtlicher als bei den Eidechsen und Schildkröten, und hat zur Folge, dass das, wie bei den Eidechsen, lateralwärts vorspringende *occipitale laterale* den hinteren unteren Theil der Fläche zudeckt, so dass man bei der Betrachtung des macerirten Schädels nur die obere vordere Hälfte zu Gesicht bekommt. Die andere ist gleichsam in eine Vertiefung gesunken und dieser Raum nun, der durch das Vorspringen des seitlichen Hinterhauptbeines lateralwärts von dem hinteren Theile der Aussenfläche der Labyrinthpyramide zu Stande kommt (Fig. 5 *gf*), ist vergleichend anatomisch interessant. Es ist der zum ersten Male in der Wirbelthierreihe bei diesen Thieren auftretende *recessus scalae tympani*, der in einem so ausgeprägten Masse bei den Eidechsen, den Schildkröten, Crocodilen und einem Theile der Vögel vorhanden und dessen Modificationen und vergleichend anatomische Beziehungen ich in der Arbeit über das Gehörorgan der Frösche ausführlich auseinander gesetzt. In ihm liegt, abgesehen von allem anderen ein weiterer Fortschritt gegenüber den Amphibien, speciell den Fröschen, insofern bei diesen Thieren, wie wir wissen, das *occipitale laterale* niemals über die hintere, geschweige denn die äussere Fläche lateralwärts vorspringt. Da nun das *occipitale laterale* oben und unten mit dem *opistoticum* verschmolzen ist, so zeigt dieser Knochen in Verbindung mit dem anderen Bestandtheile der Aussenfläche nur eine Oeffnung, die wir als *apertura externa recessus* bezeichnen können und in dieser sieht man namentlich sehr schön bei grossen Exemplaren das Ende des Stäbchens der *columella* sich in die Tiefe des *recessus* begeben, um sich dann mit seiner Basis in das *foramen vestibulare* einzusenken. Diese Oeffnung, welche wie bei allen niederen Wirbelthieren den grössten Theil der Aussenfläche der Pyramide einnimmt und rundlich gestaltet nach hinten aussen und ein wenig nach abwärts sieht, ähnlich wie es bei den Schildkröten (Taf. XI, Fig. 3) der Fall, ist in seinem hinteren, unteren Theile vollständig vom seitlichen

Hinterhauptbeine zugedeckt und kommt also vorne in der Tiefe der *apertura recessus* zum Vorschein und in diesem Verhalten, in Verbindung damit, dass die äussere Oeffnung des *recessus* enger wie das *foramen vestibulare,* liegt der Grund, dass man, wie schon Comparetti bemerkt, namentlich bei grossen Schlangen nicht im Stande ist die *columella* unverletzt herauszuziehen. Sie lässt sich aus dem *foramen ovale* entfernen, aber nicht aus der *apertura recessus* und namentlich hinten unten ist es am schwierigsten, weil ja gerade hier die engere Oeffnung des *recessus* sich vor die weitere des *foramen vestibulare* lagert. Dieses Verhalten des *occipitale laterale* zum ovalen Fenster ist bei den Schlangen von der Verlaufsweise der *columella* abhängig, die ja beinahe von hinten nach vorne gegen die Gehörkapsel zieht und somit sich in eine fast nach hinten sehende Oeffnung einfügen muss. Ist dieser Grund der massgebende, so muss das Verhältniss bei denjenigen verwandten Thieren, bei denen ebenfalls das seitliche Hinterhauptbein anfängt lateralwärts auszuwachsen, in demselben Augenblicke sich ändern, wo die *columella* eine andere Richtung bekommt und das sehen wir ja in der That schon bei den Eidechsen, bei denen die *columella* im Wesentlichen von aussen nach innen verläuft. Bei ihnen finden wir dann das *foramen ovale* vorzugsweise nach aussen gekehrt und den *recessus scalae* mit seiner *apertura externa* in der Ebene der Oeffnung (Taf. XVI, Fig. 1 u. Fig. 5), hinter derselben. Der *recessus* der Schlangen ist daher nicht in höherer Vollendung vorhanden, im Gegentheil, er steht tief unter dem der Eidechsen und man kann sich das Verhältniss vielleicht noch besser so denken, dass wegen des schrägen Verlaufes der *columella,* bedingt durch das schnellere Wachsthum der Theile des ersten Kiemenbogens, des Kiefersuspensorium nach hinten, bei den Schlangen der hintere Theil des *foramen vestibulare* gleichsam hineingedrückt ist. Derselbe ist im Uebrigen, wie wir alsbald sehen werden, auch durchaus nicht geräumiger, als bei den übrigen Reptilien und zeigt auch nicht die complicirten Beziehungen, namentlich zu den Nerven, wie ich sie seiner Zeit von den Schildkröten und weiterhin von den Vögeln geschildert. Der obere Umfang des Vorhoffensters wird von der Leiste des horizontalen Ganges überlagert und hinten oben finden wir dann die schon geschilderte, starke Protuberanz der hinteren Ampulle, die wie bei den *Lacerten* ein grosses Hinderniss für die Isolation des häutigen Gehörorganes bildet. Die Aussenfläche wird begreiflicherweise wie sonst von dem *pro-* und *opistoticum* gebildet, deren Naht, wie Rathke richtig hervorhebt, auf die Mitte des Umfanges des *foramen ovale* trifft und die Fläche nahezu halbirt.

Die innere (Fig. 7 u. Fig. 8), schräg von oben innen, nach unten und aussen gestellte Fläche erscheint nicht dreiseitig, sondern besitzt eher die Gestalt einer Raute, eines Doppeldreiecks mit oberer, unterer,

vorderer und hinterer Spitze. In der Mitte und im vorderen Theile der oberen Hälfte zeigt sich dieselbe stark gegen den Schädelbinnenraum vorgebuchtet, während sie in der unteren leicht ausgehöhlt erscheint. Diese verhältnissmässig beträchtlichen Hervorragungen entsprechen bestimmten Abtheilungen des häutigen Gehörorganes und zwar die mittlere (Fig. 7 *i*) dem oberen Ende der Bogengangcommissur, die vordere (Fig. 7 *l*) nach oben hinten und innen verlaufend, die an ihrem vorderen Ende oberhalb des *foramen trigemini*, am Uebergange in die vordere Fläche leicht angeschwollen erscheint, entspricht dem *utriculus* und dem *recessus utriculi*. Der hintere, flachere Wulst der oberen Hälfte (Fig. 7 *h*), oberhalb der Durchtrittsstelle der *vagus*-Gruppe, der kaum etwas besonderes zeigt und nur eine flache, mehr nach hinten innen sehende Erhabenheit darstellt, zeigt die Lage der Verbindungsröhre der hinteren, frontalen Ampulle mit dem darüber gelegenen Ende des horizontalen Ganges an, während die untere, leicht ausgehöhlte Hälfte (Fig. 8 *g*) die Lage der Schnecke mit den zugehörigen Theilen andeutet. Hat man bei kleinen Nattern die *columella* vollkommen aus dem *foramen vestibulare* entfernt und lässt man jetzt auf kurze Zeit gesättigte Carminammoniaklösung in das Innere der Gehörkapsel treten, so lassen sich (Fig. 8), nachdem man das Präparat gehörig ausgewaschen, die Lagerungsverhältnisse aller der soeben angeführten Theile mit grosser Leichtigkeit durch die knöcherne Innenwand hindurch betrachten und ich halte solche Präparate für unerlässlich, da es nur sehr selten und dann auch nur bei grösster Sorgfalt gelingt ein unversehrtes, häutiges Gehörorgan mit allen seinen Nebentheilen zu isoliren. Gewöhnlich ist ein oder der andere Theil, namentlich der Bogengänge, gerissen und aus der Lage gebracht, was bei der Kleinheit und Complicirtheit der Theile keinem mit dem Gegenstande Vertrauten überraschen wird. Man sieht dann namentlich sehr schön im Bereiche der unteren Hälfte der Innenwand (Fig. 8 *g*) die mit ihrer Spitze nach hinten gekrümmte, häutige Schnecke und in der Mitte einen dunklen, gegen das *foramen jugulare* verlaufenden, bandartigen, an der Schneckenbasis verlaufenden Streifen, den *ductus perilymphaticus*, oder den *aquaeductus cochleae* (Fig. 8 *e*) und in der Mitte der oberen Hälfte einen ähnlichen, senkrecht verlaufenden und unten hakenförmig nach aussen vorne gebogenen (Fig. 8 *b*), den *aquaeductus vestibuli*, worauf ich alsbald wieder zu sprechen komme. An der Innenwand zeigen sich vier Oeffnungen, eine obere und drei untere, von denen die letzteren drei in einer schwachen Vertiefung, dem Homologon eines *meatus auditorius internus* (Fig. 7) liegen, den wir ja bei *Siredon* ausserordentlich ausgeprägt fanden und der in dieser Weise erst bei den höchsten Wirbelthieren wieder erscheint. Die obere (Fig. 8), innen von einem kleinen Knochenvorsprunge bedeckte, schräg aufwärts nach vorne sehende Oeffnung

befindet sich an der Mitte der Vorderseite des Wulstes, der durch die Commissur hervorgerufen wird und ist die *apertura aquaeductus vestibuli*, die bei allen Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugern in ähnlicher Weise sich findet. Die drei unteren, in der Vertiefung belegenen befinden sich unterhalb der mittleren Hervorragung der Commissur und unter dem hinteren Ende der vorderen, die als Ausdruck des *utriculus* anzusehen war, hinter- und oberhalb der Durchtrittsstelle des *trigeminus* (Fig. 7 *a*), die zwei oberen (Fig. 7 *k* u. Fig. 8 *dk*), von denen die hintere höher, die vordere etwas tiefer liegt, befinden sich in der tiefsten Partie des *meatus auditorius internus*. Jene führen (Fig. 7 *k*) schräg nach aussen und hinten, diese (Fig. 7 *m*) schräg abwärts nach aussen. Beide haben etwa gleiches Caliber und erscheinen oval. Die hintere Oeffnung dient wie bei den *Batrachiern* und den anderen Reptilien, zur Aufnahme des Nervenastes für Sack, Schnecke und hintere Ampulle (Fig. 10), während die vordere den Ast des *recessus utriculi* und der vorderen Ampullen aufnimmt. Unmittelbar unter dieser letzteren (Fig. 7 *b*, Fig. 8 *i*) findet sich hinter dem *foramen trigemini* eine rundliche Oeffnung (Fig. 9 *gi*), die nach aussen und hinten führt und die innere Oeffnung des *canalis facialis s. Fallopiae* darstellt. Nur in ihrer unteren Hälfte ist die Innenwand des Gehäuses von dem *alisphenoidale* einerseits, andererseits von dem *occipitale laterale* getrennt und zwar durch das *foramen trigemini* und *jugulare*, während der vordere und hintere Winkel mit denselben verschmelzen und erst aus ihnen herausgearbeitet werden müssen. Dadurch werden aber nach oben hin die *foramina* geschlossen. Auch der obere Rand der Innenfläche ist mit dem Knochen und zwar dem *occipitale superius* verschmolzen. Will man also die Uebergänge der Innenfläche in die obere, hintere und vordere isoliren, so muss man die drei Knochen, das *alisphenoidale* oberhalb des *foramen trigemini* (Fig. 7 *a*), das *occipitale laterale* oberhalb des *foramen jugulare* (Fig. 7 *c*) und das *occipitale superius* am oberen Ende der Commissur lösen. Die Innenfläche wird, was die Hervorragung der Commissur betrifft (Fig. 7 *i*), vom *epoticum* gebildet, während dagegen die vordere *utriculus*-Erhebung sammt dem vorderen Theile der unteren Schneckenhälfte dem *prooticum*, der hintere Theil derselben mit der flachen, hinteren Erhabenheit, in der sich die Verbindungsröhre der hinteren Ampulle und das Ende des horizontalen Ganges befinden, dem *opistoticum* angehört.

Die vordere, dreieckige, hinten das *foramen trigemini* abschliessende, nur wenig ausgedehnte und vom *prooticum* gebildete Wand ist mit ihrem äusseren Rande in das *alisphenoidale* eingebettet, während sie oben an der Bogengangleiste an das *parietale* stösst. Der schmale Theil wird schräg nach aussen und hinten vom *canalis facialis* durchbohrt, der an der vorderen Schneckenwand verlaufend ausserordentlich kurz, zugleich die Hin-

terwand eines Canales durchsetzt, in den das *foramen trigemini* führt und der durch einen horizontalen Vorsprung des *sphenobasilare* gebildet wird.

Die hintere, von aussen nach innen vorzugsweise ausgedehnte, vom *opistoticum* gebildete Fläche bildet mit ihrer unteren Hälfte die vordere Begrenzung des *foramen jugulare* (Fig. 7 *c*, Fig. 5 *f*) und zwar dadurch, dass sich das seitliche Hinterhauptsbein frei von hinten herüberwölbt. Die obere Hälfte bis zum Bereiche der kurzen, hinteren Bogengangleiste ist vollständig von dem *occipitale laterale* eingeschlossen. Dieses schiebt sich, wie schon erwähnt, hinter dem unteren Theile der Hinterwand nach aussen und bildet somit den *recessus scalae tympani*, dessen innere Oeffnung durch das *foramen jugulare* (Fig. 7 *c*), dessen äussere durch die bereits angeführte *apertura externa recessus* gebildet wird. Das *foramen jugulare* ist mehr eine elliptische Spalte. Oberhalb desselben finden wir eine haarfeine Oeffnung (Fig. 7 *g*), das *foramen glossopharyngei* und ausserdem zeigt sich an der vorderen vom *opistoticum* gebildeten Wand, in den *recessus* hineinführend, eine feine Oeffnung, das *foramen rotundum*, das somit diesen Thieren nicht fehlt und an derselben Stelle wie bei den Fröschen, den Eidechsen und den Schildkröten vorkommt. In dem *recessus scalae* liegt nichts weiter wie die hintere Jugularvene, das Homologon der *jugularis interna* der Menschen, der *glossopharyngeus* und der *saccus perilymphaticus*. Der *vagus* ist, ganz abgesehen von dem *hypoglossus*, wie bei den Eidechsen, vollständig von dem *recessus* getrennt und tritt hinter und etwas oberhalb des *foramen jugulare* (Fig. 7 *d*) durch eine schlitzartige Oeffnung im *occipitale laterale*, hinter dem *recessus* (Fig. 5 *h*) nach aussen, während der *hypoglossus* wie bei den Eidechsen und Schildkröten in zwei Zweige, einen oberen und unteren getheilt, durch zwei Oeffnungen (Fig. 7 *e f*) im seitlichen Hinterhauptsbeine hinter dem *foramen vagi* die Schädelhöhle verlässt.

Sehen wir nun so die Aussenfläche des Labyrinthes bis auf geringfügige Differenzen mit der Ohrkapsel der Eidechsen übereinstimmen, so ist dasselbe auch mit dem Binnenraume der Fall. Derselbe zerfällt, wie bei den Eidechsen und den Schildkröten, während bei den Amphibien nur mehr oder minder undeutliche Trennungen vorkommen, in sehr deutlich von einander abgegrenzte Räumlichkeiten. Es findet sich eine dem *cavum inferius* entsprechende, geräumige Höhle, die wie bei *Siredon* in eine obere, die *cavitas vestibuli* (Fig. 6 *b*) und eine untere, die *cavitas cochleae* (Fig. 6 *h*) getheilt wird, ausserdem in ein mit der *cavitas vestibuli* in Zusammenhang stehendes *cavum internum* (Fig. 5 *m*) und ein *cavum anterius* (Fig. 5 *a*) und ein *posterius* (Fig. 5 *k*). Der Schneckenraum enthält im Gegensatze zu *Siredon*, wo der ganze *sacculus* darin befindlich, die Schnecke mit den Nebentheilen, am vorderen unteren Theile des Sackes, der Vorhofsraum umfasst den *utriculus*, die Verbindungsröhre

der frontalen Ampulle, das Ende des horizontalen Bogenganges und den grössten Theil des Sackes, das *cavum internum* die Commissur der Bogengänge, das *anterius* die vorderen, zusammenliegenden Ampullen und den *recessus utriculi*, das *posterius* die frontale Ampulle und den anliegenden Theil des horizontalen Ganges.

Das grosse *cavum inferius*, welches kegelförmig gestaltet ist, die Basis nach oben, die Spitze nach unten und im Ganzen genommen eine Figur wie bei den Eidechsen besitzt, hat als Dach die Innenwand der Aushöhlung zwischen den drei Bogengangsleisten der oberen Fläche der Labyrinthkapsel, welche ja schräg von oben innen, nach unten aussen steht. Die Aussenwand bildet die Aussenfläche derselben, die wegen der starken Senkung des Daches wenig hoch erscheint. Die Innenwand liefert die Pyramideninnenwand, jedoch nur in ihrem mittleren Theile bis zur *apertura aquaeductus vestibuli*. Die Vorder- und die Hinterwand sind nur im Bereiche des Jugularloches und des *foramen trigemini* knöchern, im Uebrigen vorne und hinten durch den Eingang in das *cavum anterius* und *posterius* unterbrochen. Ebenso zeigt das Dach sowohl, wie die Aussenwand Lücken, ersteres oben innen den Eingang in das *cavum internum*, letzteres in der oberen Hälfte das *foramen vestibulare*.

Dieser Raum ist nun, wie bereits hervorgehoben, gerade wie bei *Siredon*, durch eine horizontale, stark nach aussen vorspringende Leiste (Fig. 5 *d*, Fig. 6 *c*), die *crista vestibuli*, in eine obere, weitere und in eine untere, engere, kegelförmige Räumlichkeit getheilt, von denen jene (Fig. 6 *b*) dem *cavum vestibuli* des *Axolotl* und der Eidechsen, diese der *cavitas cochleae* (Fig. 6 *h*) derselben Thiere homolog, die natürlich beide an der Leiste mit einander communiciren. Diese Leiste (Fig. 5 *d*, Fig. 6 *c*) findet sich an der Innenwand, in der Höhe des oberen Randes des *foramen jugulare* und des *foramen trigemini*, springt vorne am stärksten vor und geht, wie bei *Siredon*, in die untere Begrenzung des *cavum anterius* (Fig. 5 *a*) und nach hinten etwas abwärts ziehend und niedriger werdend, in die untere Begrenzung des *cavum posterius* über. Hier zeigt sie jedoch eine Unterbrechung (Fig. 5, Fig. 6 *d*) durch einen Einschnitt, der zur Aufnahme des Nerven für die alleinstehende Ampulle bestimmt ist. Diese *crista vestibuli* zeigt sich auch dadurch der bei *Siredon* gefundenen homolog, dass an der Innenwand das Verhältniss der Hauptöffnungen zu derselben das gleiche ist, insofern die Oeffnung, die für den Sack- und Schneckenast bestimmt ist (Fig. 5 *k*), unterhalb, die für den Utricularnerven oberhalb derselben liegt (Fig. 5 *b*). Beide Oeffnungen an der Innenwand hat schon Comparetti gesehen und abgebildet. Gegenüber dem *Axolotl* ist nur der Unterschied vorhanden, dass die obere Oeffnung weit mehr in dem *cavum anterius* gelagert ist. Unterhalb des unteren *foramen* findet sich in der *cavitas cochleae* (Fig. 5 *i*,

Fig. 6 *a*) ein etwas nach hinten abwärts verlaufender *sulcus*, der von der Vorderwand, in der Höhe der Mitte des *foramen trigemini* beginnend, wie bei den Eidechsen, an der Mitte der Hinterwand in einem *foramen* endet, das ich bei der Schilderung des *recessus scalae tympani* als *foramen rotundum s. cochleare* beschrieben. Unterhalb desselben, der als *sulcus canalis perilymphatici s. aquaeductus cochleae* bezeichnet werden mag, spitzt sich die kegelförmige, etwas hakenförmig nach innen und hinten gebogene *cavitas cochleae* schnell zu und zeigt weiter keine bemerkenswerthen Verhältnisse. Die oberhalb der Vorhofsleiste gelegene *cavitas vestibuli*, deren Communicationen ich bereits beschrieben, bietet nur insofern ein weiteres Interesse dar, als sich am oberen Ende ihrer Innenwand, die sich gegen das *cavum anterius* und *posterius* nur durch schwache Leisten abgrenzt (Fig. 5 *l* u. *o*), eine Oeffnung findet (Fig. 5 *n*), die senkrecht abwärts gegen die Oeffnung des *cavum anterius* gewandt und zur Aufnahme des *aquaeductus vestibuli* bestimmt ist. Zu ihr führt ein flacher *sulcus*, der den Namen des *sulcus aquaeductus vestibuli* führen mag. Comparetti hat dieses Loch ebenfalls gesehen, vermuthet aber, dass es zum Durchtritt eines Nerven diene.

Es könnte nun scheinen, als ob die Annahme der Homologie der Leiste, die das *cavum inferius* in eine obere und untere Abtheilung theilt, mit der bei *Siredon*, der unteren Abtheilung des Schneckenraumes des *Axolotl* mit der *cavitas cochleae* der Schlangen und der oberen, der Vorhofsräumlichkeit mit der *cavitas vestibuli* bei denselben Thieren eine künstliche, da wir finden, dass bei *Siredon* in der unteren Abtheilung vorzugsweise der Sack und nur als kleiner Anhang desselben die Schnecke gelagert ist, während wir dagegen bei den Schlangen denselben grösstentheils und bei den Eidechsen ausschliesslich von der Schnecke eingenommen sehen, allein diese Erscheinung spricht nicht gegen die Homologie. Sie ist eine nothwendige Consequenz der Grössenverhältnisse der beiden wichtigen Abtheilungen des häutigen Gehörorganes. Wir wissen, dass bei den Fischen sowohl, wie bei den Amphibien, die untere Hälfte desselben im Wesentlichen von dem Sacke gebildet wird, an den hinten als unbedeutender, kleiner Appendix, als eine Ausbuchtung der Sackwandung die Schnecke sitzt und selbst bei den Fröschen ist die *cochlea* trotz der Mannigfaltigkeit der dieselbe zusammensetzenden Theile nicht viel selbständiger und an Grösse weit hinter dem Sack zurückstehend, der demnach unten den grössten Theil des *cavum inferius* einnehmen muss. So kann es nicht überraschen, dass wir ihn bei *Siredon* als den wesentlichsten Bestandtheil der unteren Hälfte des Gehörorganes in der unteren Abtheilung, der *cavitas cochleae*, unterhalb der *crista vestibuli* gelagert finden. Bei den Schlangen dagegen ist die Schnecke weiter nach unten hinten hin aus der Sackwand hervorgewachsen, selbständiger, und

gleichzeitig mit dieser Grössenzunahme sehen wir den Sack relativ klein geworden und so ist es begreiflich, dass derselbe weniger weit abwärts ragt, sondern höher steht und wenn nun, wie das bei den Schlangen der Fall, die Leiste zwischen *cavum vestibuli* und *cochleae* dieselbe Lage hat, wie bei *Siredon*, so wird ein Theil des Sackes aus dem Schneckenraume herausgelagert im Vorhofsraume sich finden und dafür in der *cavitas cochleae* die Schnecke entsprechend entwickelt sein. Das ist ja in der That bei den Schlangen der Fall und findet in einem noch höheren Masse bei den Eidechsen statt, wo die Schnecke wie bei den Schlangen erscheint, ohne dass damit die *cavitas cochleae* grösser geworden ist und so ist denn der Sack vollständig aus dieser nach oben in den Vorhofsraum hineingedrängt und lagert sich, wie es auch bei *Anguis fragilis* der Fall, vor dem *utriculus.*

Das *cavum internum*, welches bei dem *Axolotl* nur in Andeutungen vorhanden war, dagegen schon bei den Fröschen, wie ich gezeigt, selbständiger sich darstellte, ist bei den Schlangen gut ausgebildet (Fig. 5 *m*), besser wie bei *Anguis fragilis* und den Eidechsen, bei denen dasselbe wegen der gewaltigen Entwicklung des *sacculus* und dem entsprechend des *cavum vestibuli* nach oben hin reducirt erschien. Dasselbe zeigt sich als eine kurze, cylindrische Röhre, die oberhalb der *apertura aquaeductus vestibuli* mittelst einer oben innen am Dache des Vorhofsraumes befindlichen, nach aussen abwärts sehenden, rundlichen Oeffnung in dieses mündet. Die Röhre steht nicht vollkommen senkrecht, sondern liegt ein wenig schräg von oben innen vorne, nach unten aussen und hinten und zeigt an ihrem oberen Ende die durch eine vorspringende Leiste (Fig. 6) getrennten Oeffnungen der knöchernen, verticalen Bogengänge.

Das *cavum anterius* (Fig. 6 *f*, Fig. 5), welches, wie schon Comparetti bemerkt, grösser als das hintere erscheint und, wie wir wissen, zur Aufnahme des *recessus utriculi* und der beiden zusammenliegenden, vorderen Ampullen dient, während das *internum* die Commissur der Bogengänge aufnimmt, hat dieselbe Form, wie sie Clason von den Eidechsen beschrieben und zeigt in ihrem Inneren niedrige Leisten (Fig. 6 *e*), die die ersten Andeutungen zur Trennung in die einzelnen Hohlräume sind, die, wie wir es zum ersten Male bei den Vögeln sehen, jede für sich einen der im *cavum anterius* gelagerten Theile des häutigen Labyrinthes umschliesst. Die länglich ovale, etwas nach hinten und innen in die *cavitas vestibuli* sehende Oeffnung (Fig. 6 *g*) wird nach unten von dem vorderen Ende der *crista vestibuli*, nach oben durch eine abwärts ragende Leiste gebildet, die sich innen in eine schwache Hervorragung (Fig. 5 *a*) verliert und führt in den oberhalb des *foramen trigemini* befindlichen, pyramidalen Raum, der vor der *crista vestibuli* einen weiteren *recessus* (Fig. 6 *f*) zur Aufnahme des *recessus utriculi* zeigt und der sich theilweise am Bo-

den, theilweise an der Innenwand findet. Vor diesem nimmt man dann zwei weitere *recessus*, einen oberen inneren (Fig. 5 *a*) für die sagittale, einen äusseren für die horizontale Ampulle wahr und von diesen gehen bei ersterem nach oben, bei letzterem nach aussen der sagittale und der horizontale, knöcherne Bogengang aus, die in ihrer Verlaufsweise den früher geschilderten Bogengangsleisten entsprechen und in das *cavum internum*, respective in das *cavum posterius* münden. Der sagittale, knöcherne Bogengang umschliesst den häutigen vollständig, während dagegen der horizontale, wie bei den Eidechsen und Schildkröten, nur das vordere äussere Drittel des Bogenganges umhüllt. Vor der unteren Begrenzung der vestibularen Oeffnung des vorderen Raumes findet sich an der Innenwand, im hinteren Theile des *recessus utriculi osseus* (Fig. 5 *b*) die, wie bei den Eidechsen, nach vorne aussen führende Oeffnung zum Durchtritt des *ramus utricularis acustici*.

Das *cavum posterius* (Fig. 5 *k*) hat eine rundliche, weite, nach vorne innen sehende Oeffnung zur Verbindung mit der *cavitas vestibuli* und liegt, während das *anterius* an der Labyrinthpyramide vorne aussen lag, hinten aussen, oberhalb des *foramen jugulare* und *glossopharyngei*. Es besitzt an der unteren hinteren und äusseren Wand einen *recessus* für die frontale Ampulle und zeigt ausserdem an seiner äusseren Wand die Einmündung des horizontalen Ganges, an seiner oberen die Oeffnung des knöchernen, hinteren, frontalen Bogenganges, der entsprechend der hinteren Bogengangsleiste zum *cavum internum* verläuft und den ganzen häutigen Bogengang umschliesst. Das *cavum posterius* umschliesst ausser der alleinstehenden Ampulle nur den am weitesten nach hinten gekrümmten Theil des horizontalen Ganges, der sich im Uebrigen durch die vestibulare Oeffnung mit der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle in die *cavitas vestibuli* begiebt.

Wenden wir uns jetzt zur Betrachtung des häutigen Gehörorganes, so sehen wir zunächst auch hier wieder, dass dasselbe durchaus nicht den gesammten Binnenraum, namentlich das *cavum inferius* ausfüllt, sondern wie bei den übrigen Thieren mit vollkommen geschlossenem Gehäuse sehen wir dasselbe excentrisch gelagert, so dass im Bereiche des *cavum inferius* zwischen den an der Innenwand liegenden Theilen und der Aussenwand ein beträchtlicher Raum bleibt, der sich jedoch kaum in den äusseren Theil des *cavum internum* auf die concave Seite der Bogengänge und weiter in das *cavum anterius* und *posterius* fortsetzt, wenigstens ist er hier wie bei *Siredon* und den Eidechsen sehr geringfügig. Dieser Raum, der sich zwischen der vom Perioste bekleideten Binnenwand der Labyrinthpyramide und dem häutigen Gehörorgane ausdehnt, ist das *cavum perilymphaticum*, das also, wie bei den Amphibien, als Begrenzungsmembran das Periost besitzt und in den ja bei *Siredon* hinten, im Bereiche der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle

mit dem *utriculus* der *ductus perilymphaticus,* oder der *aquaeductus cochleae* tauchte, der ja als eine eigenthümliche Bildung des das *cavum perilymphaticum* im embryonalen Zustande erfüllenden Gallertgewebes anzusehen war, welches im Uebrigen verschwunden, sich nur im Bereiche der Bogengänge, Ampullen und des *utriculus* als Verbindungsstränge zwischen Periost und den häutigen Theilen des Gehörorganes geltend machte. So auch hier. Im perilymphatischen Raume, nach aussen vom Sacke und der Basis der Schnecke und nach innen von der vom Perioste überzogenen *columella* ist das bei den Fischen und den Schildkröten so ausgedehnte, netzförmige Bindegewebe verschwunden und der Raum somit ungetheilt und mit Flüssigkeit gefüllt. Nur an der Schneckenspitze und den an der Innenwand des Gehäuses und im *cavum anterius* und *posterius* und in den knöchernen Bogengängen gelagerten Theilen, in denen das Periost dieselben dicht umhüllt und somit das *cavum perilymphaticum* nur wenig bedeutend sein kann, finden sich als netzartig verwobene, bindegewebige Verbindungsstränge Reste, die wegen ihrer Stärke beim Abheben der periostalen Hülle hinderlich werden. Die Wegnahme gelingt dagegen nach aussen von dem *sacculus* leicht. Somit finden sich die gleichen Verhältnisse wie bei den Eidechsen. Es frägt sich nun aber, ob wir bei den Schlangen im *cavum perilymphaticum* eine solche offene Röhre münden sehen, wie wir sie bei *Siredon* hinten an der frontalen Ampulle als *ductus perilymphaticus* haben kennen gelernt, der sich durch das *foramen rotundum* in die Schädelhöhle begab. Danach suchen wir freilich vergebens und dennoch ist eine Bildung vorhanden, die denselben Zweck erfüllt, wie dort, das perilymphatische *cavum* mit ausserhalb der Gehörkapsel gelegenen Räumlichkeiten in Verbindung zu setzen und zwar geschieht es auf dieselbe Weise, wie bei den Schildkröten und namentlich den Eidechsen. Die periostale Hülle, die sich vom unteren Ende der Bogengangcommissur und der Aussenseite des hinteren Endes des *utriculus* und der Verbindungsröhre der alleinstehenden, hinteren Ampulle (Fig. 11 *g,* Fig. 4) weit sackartig nach aussen von dem *sacculus* über diesen bis zur Basis der kegelförmigen Spitze, der *lagena* der Schnecke ausspannt, überspannt zwischen dem unteren Ende des vorderen Randes des *sacculus* und dem oberen des vorderen Randes der *lagena,* an der Mitte der Vorderwand des Gehäuses, unterhalb der vestibularen Oeffnung des *cavum anterius* in der *cavitas cochleae* eine tiefe Incisur (Fig. 16 *n*) und diese führt in einen Raum, dessen Innenwand, an der sich die periostale Hülle fortsetzt, von dem an der Innenwand der *cavitas cochleae* verlaufenden und bereits ausführlich beschriebenen *sulcus canalis perilymphatici* (Fig. 5 *i*) gebildet wird, während die Aussenwand ein ähnlicher *sulcus* zusammensetzt (Fig. 12 *g,* Fig. 15 *e*), der sich an der Innenwand der Basis der Schnecke zwischen *sacculus* und *lagena* befind-

lich nach hinten an die *pars basilaris* (Fig. 12 *e*) begiebt. Durch diese beiden *sulci* wird eine cylindrische Röhre gebildet, die vorne an der Incisur zwischen *lagena* und Sack beginnt und in das *cavum perilymphaticum* sich öffnet und sich dann an der Innenwand der Basis der häutigen Schnecke nach hinten zum Ende des *sulcus* begiebt, der, wie wir wissen, durch das *foramen rotundum* in den *recessus scalae tympani* führt. Dieser Raum ist von einer zarten, zu einer Röhre geschlossenen Membran ausgekleidet, die aus dem embryonalen Gewebe zwischen Periost und Oberfläche des Gehörbläschens entstanden, dem *ductus perilymphaticus* der *Perennibranchiaten* gleich vorne in dem perilymphatischen Raume offen in den *liquor perilymphaticus* eintaucht und somit im Stande ist, gerade wie es bei den Eidechsen und Schildkröten der Fall, die Flüssigkeit durch das *foramen rotundum* aus der Gehörkapsel peripherisch zu leiten. Dieses *canalis perilymphaticus*, oder *aquaeductus cochleae* ist von keinem Untersucher des Gehörorganes der Schlangen Erwähnung gethan, trotzdem sowohl Rathke als Ibsen hübsche Abbildungen des häutigen Labyrinthes gegeben. Ob nun dieser Canal, nachdem er in den *recessus scalae tympani* hineingetreten, einen *saccus perilymphaticus* bildet, wie ein solcher bei den Eidechsen und Schildkröten dort beobachtet ist, ist nicht sicher, aber im höchsten Grade wahrscheinlich. Ich will mich nicht ganz positiv dafür aussprechen, trotzdem ich Andeutungen desselben gesehen. Durch die Membran, die eine resistente Bindegewebsmasse darstellt und leicht im Zusammenhange zu isoliren ist, dagegen an bestimmten Stellen, die vorhin erwähnt, ohne Verletzung der von ihr bedeckten Theile abhebbar erscheint, schimmert, von aussen gesehen (Fig. 9 *l*, Fig. 11 *g*), der Otolith des *sacculus* durch, den man auch ohne weitere Präparation dann sieht, wenn man die *basis columellae* aus dem *foramen vestibulare* herausgezogen hat. Er schimmert dann durch die die Oeffnung bedeckende, periostale Hülle.

Das häutige Gehörorgan, dessen Isolation im unversehrten Zustande wie bei den Eidechsen eine wahre Crux für den Anatomen ist, besteht bei der Natter aus denselben Theilen und, wie ich bereits andeutete, vielfach in derselben Form, wie bei den *Lacerten*, d. h. wir finden drei Ampullen, zwei vordere (Fig. 11 *ef*) und eine hintere (Fig. 11 *k*) mit dazu gehörigen Bogengängen (Fig. 11 *adi*), ferner die Bogengangcommissur (Fig. 11 *b*), den *recessus utriculi* (Fig. 12 *a*), den *utriculus* selber (Fig. 12 *b*), den hinten unten von dem *recessus utriculi* gelegenen *sacculus* (Fig. 14 *ab*) und die von diesem wieder nach hinten unten gelegene Schnecke (Fig. 14 *ef*). Die beiden vorderen Ampullen, die horizontale (Fig. 11 *f*) aussen hinten, die sagittale (Fig. 11 *e*) vorne innen, liegen, namentlich letztere, etwas tiefer als die hintere (Fig. 11 *k*) frontale. Die horizontale kehrt ihr Dach nach innen oben, die sagittale nach oben

vorne, die frontale nach aussen oben und hinten, den Boden natürlich in die entgegengesetzte Richtung. An diesem bemerkt man den *sulcus transversus*, der sich aber an der horizontalen (Fig. 13 *c*) an der oberen, äusseren Seitenwand höher emporzieht, als an den anderen und aus demselben erhebt sich dann in den verticalen Ampullen (Fig. 13 *a*), wie bei den Eidechsen und Vögeln, die *crista cruciata*, oder das *septum cruciatum*, während die horizontale, wie bei allen Thieren bis zu den Säugern empor, eine einfache, zungenförmige Gehörleiste zeigt, die an der oberen Seitenwand ein *planum semilunatum* besitzt, während die anderen an der Mitte beider Seitenwände durchschimmernd zwei zeigen (Fig. 16 *a*). Der Nervenast der verticalen Ampullen ist im *sulcus transversus* auch bei den Schlangen in zwei getheilt, während der für die horizontale bestimmte einfach ist. Für die vorderen Ampullen stammt er aus dem für den *recessus utriculi* bestimmten, vorderen Ast des *acusticus*, während die hintere Ampulle (Fig. 10 *e*) von den Sack- und Schneckennerven, dem hinteren versorgt wird. Am Dache sämmtlicher Ampullen sieht man in der Mittellinie einen weissen Streifen, den Dachstreifen, die *raphe*, durchschimmern, der sich auch hier auf die Mitte der concaven Fläche der Bogengänge fortsetzt.

Von diesen erscheint der hintere, frontale (Fig. 11 *a*) am kürzesten, der horizontale am längsten (Fig. 11 *i*). Alle drei liegen auch bei diesen Thieren nicht in den entsprechenden Ebenen. Der horizontale geht ein wenig nach oben und hinten und krümmt sich über die frontale Ampulle nach innen vorne, um mit einer ampullenförmigen Erweiterung (Fig. 11 *c*) etwas nach abwärts gewandt, rechtwinklig von aussen her in das untere Ende der Bogengangcommissur zu münden. Der Verlauf der verticalen Bogengänge entspricht genau dem Verlaufe, der schon früher ausführlich geschilderten Bogengangleisten. Die Commissur (Fig. 11 *b*), in die die Bogengänge übergehen, ist eine kurze, cylindrische, dünnhäutige Röhre, die nahezu senkrecht gestellt erscheint und nur wenig nach abwärts aussen und hinten geneigt ist und vereinigt sich unterhalb der Einmündung des horizontalen Ganges mit dem *utriculus* (Fig. 12 *a*) und der Verbindungsröhre der frontalen, hinteren Ampulle (Fig. 12 *d*), die nach aufwärts vorne und innen verläuft und wie bei den Amphibien und Eidechsen mit dem *utriculus* unter einem nach unten hin offenen, stumpfen Winkel zusammenstösst, der in ähnlicher Weise als dünnhäutige, cylindrische Röhre nach oben innen und hinten aufsteigt, jedoch noch steiler steht, als erstere. Alle diese Theile werden von dem *sacculus* nicht in der Ausdehnung, wie bei *Anguis fragilis* und den Eidechsen nach aussen überlagert, und dieser besitzt somit eine viel geringere Ausdehnung. Nach unten innen und hinten von den vorderen, zusammenliegenden Ampullen (Fig. 12 *a*) zeigt der *utriculus* eine ampullare Erweiterung (Fig. 13 *b*),

die am Boden, an welchem sich der Nerv fächerartig ausbreitet, die *macula acustica* und die Otolithenmasse durchschimmern lässt. Die Form des *recessus* stimmt mit dem der Eidechsen überein. Bis auf den *recessus utriculi* hat schon Scarpa die sämmtlichen hier geschilderten Theile gekannt und beschrieben, auch Rathke liefert als Ergänzung seiner Beschreibung embryonaler Verhältnisse in seiner Taf. VI, Fig. 27, 28 ziemlich getreue Bilder derselben und in beiden Figuren findet sich auch der *recessus utriculi* kenntlich gezeichnet.

Was nun aber die jetzt zu schildernden Theile betrifft, so finde ich über dieselben weder zutreffende Angaben, noch stellen die Abbildungen die Detailverhältnisse in mustergültiger Weise dar. Scarpa erwähnt nur kurz, dass das *vestibulum*, welches unter der Commissur gelagert ist, mit einer *massa cretacea* angefüllt erscheint, während dagegen Rathke *sacculus* und Schnecke scheidet und im Allgemeinen die Contouren derselben richtig angiebt, aber auf die Detailausführung der Zeichnungen und auf die Schilderung der einzelnen Bestandtheile sich nicht weiter einlässt. Es mag das wohl daher kommen, wenigstens macht mir seine Zeichnung, wie die Ibsen's von *Python* den Eindruck, dass er die periostale Hülle des *cavum perilymphaticum* nicht aus ihrer Verbindung mit den einzelnen Theilen des Gehörorganes isolirt.

Der *sacculus* (Fig. 14), der nicht, wie bei *Anguis fragilis* und *Lacerta* als eine ausgedehnte, die übrigen Theile des Gehörorganes weit an Grösse überragende, kugelige, mit Otolithenmasse ausgefüllte Blase darstellt, sondern mehr die Proportionen zu denselben besitzt, wie der *sacculus* der Schildkröten, ist ein längliches, sanduhrförmiges Bläschen, dessen Axe schräg von oben hinten innen, nach unten aussen und vorne gerichtet ist und mit dem oberen Drittel vor dem Ende der Bogengangcommissur, unterhalb der Einmündung des horizontalen Bogenganges (Fig. 16) und dem Ende der Verbindungsröhre der frontalen Ampulle mit dem *utriculus* und vor dem hinteren Ende dieses gelagert ist. Er geht jedoch mit allen diesen Theilen keine festen Verbindungen ein. Das mittlere Drittel der Innenwand ist dem unteren Theile der *cavitas vestibuli* angelagert und das untere befindet sich nach aussen von dem vorderen, oberen Theile der Schnecke in der *cavitas cochleae*. Der Sack wird nicht vollständig von der darin gelagerten Otolithenmasse (Fig. 14 *a*), die sich im Zusammenhange herauslösen lässt und somit von einer zarten Otolithensackmembran umgeben zu sein scheint, ausgefüllt, sondern (Fig. 14 *b*), namentlich am oberen und unteren Ende finden wir zwischen der Sackwand und der Kalkmasse mit Flüssigkeit angefüllte Hohlräume. Im Uebrigen zeigt die Otolithenmasse nahezu dieselbe Gestalt, wie der Sack. Die Aussenwand desselben ist ein unendlich zartes, homogenes Bindegewebshäutchen mit sparsam eingestreuten Kernen und

einem prächtigen, niedrigen, polygonalen, hellen Pflasterepithel und zerreisst auf die geringste Veranlassung hin. Sie ist somit ausserordentlich schwer unverletzt zu erhalten. Die Innenwand (Fig. 16 *e*), an deren unteren Theil die Nervenfasern, die dem hinteren Aste des *acusticus* entstammen, breit, fächerartig (Fig. 12 *b*) ausstrahlend sich verbreiten, ist derb, schalenförmig ausgehöhlt und unten mit der *macula acustica* versehen. Sie zeigt in ihrem Grunde zwei Oeffnungen, von denen die eine obere (Fig. 16 *c*), grössere, ovale die Communication mit dem *utriculus* darstellt und nach aussen sieht, während die andere nach unten und vorne gelegene, kleinere, rundliche, die zugleich abwärts gekehrt ist (Fig. 16 *d*), die *apertura aquaeductus vestibuli* darstellt, welche beide Oeffnungen wir ja auch bei den Eidechsen und bei *Siredon* finden. Die erstere befindet sich wie bei den Eidechsen, aber grösser, und damit ist wieder ein Anklang an die Amphibien gegeben, an der Aussenwand des hinteren Endes des *utriculus*, dicht unterhalb der Einmündung der Commissur. Die untere liegt in der Höhe des unteren Randes der unter einem nach unten stumpfen Winkel vor sich gehenden Vereinigung des *utriculus* mit der Verbindungsröhre der hinteren, frontalen Ampulle. Diese führt in eine schräg nach oben und vorne gerichtete Röhre (Fig. 12 *c*), die vor dem unteren Ende der Bogengangcommissur in der Knochenfurche liegt, die zur *apertura aquaeductus vestibuli ossea* führt und tritt durch diese in die Schädelhöhle. Es ist ein grosses Verdienst Rathke's, diese Röhre zuerst entdeckt und richtig beschrieben und weiter auf die vergleichend anatomische Bedeutung derselben aufmerksam gemacht zu haben. An ihrem unteren Ende ist sie ein wenig hakenförmig um den *utriculus* (Fig. 8 *b*) gekrümmt. Ich komme in einer folgenden Abhandlung wieder ausführlich auf diesen *aquaeductus vestibuli* zurück.

Nach unten und hinten haben wir dann die schräg von oben und hinten, nach unten und vorne gehende, spaltförmige Oeffnung, die in die bei diesen Thieren zum ersten Male in einiger Selbständigkeit auftretende Schnecke führt, insofern der untere Theil derselben, die *lagena*, die zunächst der *lagena* der Frösche entspricht, kaum direct mit dem Sacklumen communicirt, was bei diesen Thieren der Fall. Das thut hauptsächlich die gleich zu schildernde *pars basilaris*, respective der Anfangstheil der Schnecke. Im Uebrigen zeigt die ganze Entwicklung der Schnecke in Verbindung mit der weiteren Communication mit dem *sacculus*, die bei den Eidechsen haarfein ist und erst bei den Schildkröten wieder, aber nur wenig, weiter wird, für die niedrige Stellung der Schlangen in der Classe der Reptilien und für ihre nähere Verwandtschaft mit den Amphibien. Die Schnecke bildet einen an der Unter-, Hinterseite des Sackes gelegenen Kegel (Fig. 10 *g*), dessen Spitze ein wenig nach

hinten innen gebogen erscheint und dessen Basis theilweise theils hinter der Mitte des *sacculus* frei vorgelagert ist, theils unter dem Ende der Verbindungsröhre der hinteren, frontalen Ampulle von dem Sacke etwas überlagert erscheint. Sie zerfällt im Gegensatz zu den Ansichten von Rathke, der keine *lagena* fand, gerade wie bei den höherstehenden Thierclassen, in eine *lagena* und in eine *pars basilaris.*

Die obere, breitere Partie der Schnecke, der Basistheil des Kegels, die *pars basilaris,* besteht aus zwei breitseits neben einander gelagerten Abtheilungen, einer hinteren, etwas tiefer abwärts gelegenen (Fig. 14 *e*) und einer vorderen, etwas höher liegenden (Fig. 16 *h*), welch letztere zum Theil nach aussen hin von dem hinteren Sackrande überlagert erscheint. Beide sind durch eine kammartige, von oben hinten, nach unten vorne geneigte Erhebung (Fig. 16 *i*) von einander getrennt und stellen im Wesentlichen zwei Vertiefungen an dem oberen Theile der inneren Schneckenwand dar und gehen, indem die Trennungsleiste sich verflacht, nach unten, in die freie Spitze der Schnecke, die *lagena* über (Fig. 16 *g*), die rings knorplig geschlossen erscheint, wie wir es bei allen Wirbelthieren, bei denen sie selbständig, finden. Die hintere Abtheilung ist der *pars basilaris* der Eidechsen, die vordere demjenigen Theile homolog, den Clason zur *lagena* rechnet und der ebenfalls breitseits neben der *pars basilaris* liegt. Ich werde später weiter darthun, warum ich diesen Theil dem Basilartheile und nicht der *lagena* zuzähle. Die vordere Abtheilung (Fig. 16 *h*) stösst an das obere Ende der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle und der vordere Rand dieser Schale geht nach aussen und hinten gebogen continuirlich in den inneren Rand der Oeffnung über (Fig. 16 *f*), die die Communication zwischen *sacculus* und Schnecke vermittelt. Durch die Innenwand dieser Abtheilung sieht man die fächerartige Ausstrahlung des Nerven, der zur hinteren Abtheilung und zwar zur Trennungsleiste (Fig. 16 *i*) zieht und wir finden an derselben eine längliche *macula.* Die hintere untere Abtheilung, die ebenfalls eine schalenförmige Vertiefung darstellt, zeigt im Centrum eine ausserordentliche Verdünnung ihrer Innenwand und zwar in Gestalt eines schräg von oben hinten, nach unten vorne gestellten Ovals (Fig. 16 *l*). Diese Verdünnung findet dadurch statt, dass im Centrum der Schale von aussen her die Knorpelmasse verschwunden und im Wesentlichen nur die dieselbe bekleidende Basalmembran übrig geblieben ist und so macht denn die hintere Abtheilung den Eindruck eines knorpligen Ringes, in dessen Umfang eine zarte Membran ausgespannt ist, wie wir sie ähnlich bei den Fröschen und Eidechsen kennen gelernt haben. Es ist eine *membrana basilaris.* Der vordere Theil des Knorpelringes bildet die Trennungsleiste gegenüber der hinteren Abtheilung, an der sich ja die Nerven fächerförmig ausstrahlend ausbreiten und halbmondförmig vorspringend

trägt sie auf ihrer Hinter- Unterfläche eine, wie bei den Fröschen, sichelförmig gestaltete *macula acustica* (Fig. 16 *k*). Die Membran ist nie wie bei den Eidechsen durch eine quere Brücke in eine obere und untere Hälfte getheilt. So sehen wir denn bei diesen Thieren in der vorderen und hinteren Hälfte des Knorpelringes ein Homologon des Nervenknorpels und des dreieckigen Knorpels des *limbus spiralis cartilagineus* und des *ligamentum spirale* der Säuger auftreten. Die Aussenwand dieser *pars basilaris* wird durch eine Fortsetzung der Aussenwand des Sackes, die jenseits der Communicationsöffnung, die sie bilden hilft, weiter zieht, dem Homologon der *membrana Reissneri* gebildet, die sich dann an den hinteren Rand der die *membrana basilaris* tragenden Abtheilung der *pars basilaris (sensu strictiori)* (Fig. 16 *m*), des Knorpelbogens anheftet und nach unten mit der knorpligen Aussenwand der *lagena* verschmilzt. Diese, deren Form ich bereits beschrieben und über deren Lagerungsweise in der *cavitas cochleae* ich mich auch schon seiner Zeit ausgesprochen, zeigt überall dicke, knorplige Wandungen, die namentlich innen besonders derb, da sie hier die Ausbreitung des Schneckennerven (Fig. 10 *g*) aufnehmen, die senkrecht bis nahe zur äussersten Spitze herunter verlaufen und in eine längliche, hufeisenförmige *macula* (Fig. 16 *g*) hineintreten, die der Innenwand angehört und der eine gleichgestaltete Otolithenmasse (Fig. 14 *f*) entspricht, die deutlich weiss durchschimmernd gesehen werden kann. Die *lagena* steht gegen beide Abtheilungen der *pars basilaris* weit offen und zwar ist die Oeffnung länglich, nach oben und hinten gerichtet. Zu bemerken wäre nun noch, dass dort, wo der untere, vordere Rand des *sacculus* an die *lagena* anstösst, ein Einschnitt sich geltend macht (Fig. 16 *n*), der den Beginn des *sulcus canalis perilymphatici* (Fig. 15 *e*) anzeigt, der wie bei den Schildkröten über die Innenwand der beiden Abtheilungen der *pars basilaris* verläuft und der namentlich an der *membrana basilaris* ausserordentlich vertieft erscheint, wie wir das ja auch bei den Schildkröten gesehen. Dies die morphologischen Verhältnisse des Gehörorganes der Natter und ich würde mich freuen, wenn bald ein Anderer auch auf histologischem Gebiete den hier nachgewiesenen Homologien mit den nächstverwandten Thieren nachgehen wollte.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Vergr. $^3/_1$. Schädel von *Coluber natrix* nach Wegnahme des Integumentes präparirt und von oben gesehen. *a. os squamosum* *b.* Freier Theil der Oberfläche der Gehörkapsel. *c. occipitale laterale.* *d. os quadratum.* *e.* Das am *quadratum* befestigte Ende der *columella.* *f. os parietale.* *g, h.* Kaumuskulatur.

Fig. 2. Vergr. $^4/_1$. Seitenansicht eines präparirten Kopfes von *Coluber natrix.* *a. basis columellae.* *b. os quadratum.* *c. facialis.* *d. vagus.* *e.* Das am *quadratum* befestigte Ende der *columella.* *f.* Innere Kaumuskeln *(pterygoidei).* *g. trigeminus.* *h.* Unterkiefer.

Fig. 3. Vergr. $^4/_1$. Schädel von *Coluber natrix.* Die Gehirnoberfläche freigelegt und die Gehörkapseln präparirt. *a. dura mater.* *b. sacculi endolymphatici.* *c. prooticum.* *d. opistoticum.* *e. epoticum.* *f.* Hintere Bogengangleiste. *g.* Aeussere Bogengangleiste. *h.* Vordere Bogengangleiste. *i.* Oberes Ende der Commissur. *k. processus squamosus s. tegmen tympani.*

Fig. 4. Vergr. $^6/_1$. Schädel von *Coluber natrix* mit freigelegtem Vorder- und Mittelgehirn und präparirten häutigen Gehörorgantheilen. *a.* Vorderer, sagittaler Bogengang. *b.* Horizontale Ampulle. *c. cavum perilymphaticum* mit durchschimmernder Otolithenmasse des *sacculus.* *d.* Horizontaler Bogengang. *e.* Hinterer, frontaler Bogengang. *f.* Oberes Ende der Commissur. *g, h, i.* Nähte der drei Labyrinthknochen.

Fig. 5. Vergr. $^6/_1$. Der Binnenraum der Gehörkapsel von *Coluber natrix,* von aussen eröffnet und gesehen. *a. recessus* für die sagittale Ampulle. *b.* Oeffnung für den Utricularnerven im *cavum anterius.* *c. foramen trigemini.* *d.* Vorderer Theil der *crista vestibuli*, das *cavum anterius* hinten begrenzend. *e.* Aeussere Oeffnung des *canalis facialis.* *f. recessus scalae tympani* mit dem *foramen jugulare.* *g.* Vertiefung des *recessus*, in dem das *foramen glossopharyngei* befindlich. *h. foramen vagi.* *i. sulcus perilymphaticus.* *k.* Oeffnung für den Sack- und Schneckennerven. *l.* Begrenzungsleiste zwischen der *cavitas vestibuli* und dem *cavum posterius.* *m. cavum internum.* *n. apertura aquaeductus vestibuli.* *o.* Innere Begrenzungsleiste zwischen *cavum anterius* und *cavitas vestibuli.*

Fig. 6. Vergr. $^6/_1$. Der Binnenraum der Gehörkapsel, von oben freigelegt und gesehen. *a. sulcus perilymphaticus.* *b. cavitas vestibuli.* *c. crista vestibuli.* *d.* Einschnitt in der *crista* für den Nerven der hinteren Ampulle. *e.* Begrenzungsleiste zwischen dem *recessus* der vorderen Ampullen und dem *recessus osseus utriculi.* *f,* g. Vestibulare Oeffnung des *cavum anterius.* *h. cavitas cochleae.* *i. apertura externa recessus scalae tympani.*

Fig. 7. Vergr. $^4/_1$. Median durchschnittener Schädel von *Coluber natrix.* *a. foramen trigemini.* *b.* Innere Oeffnung des *canalis Fallopiae.* *c. foramen jugulare.* *d. foramen vagi.* *e, f. foramina hypoglossi.* *g. foramen glossopharyngei.*

h. Hinterer Wulst an der Innenwand der Gehörkapsel. *i.* Wulst der Bogengangcommissur. *k.* Oeffnung für den Sack- und Schneckennerven. *l.* Vorderer Wulst der Innenwand der Gehörkapsel. *m.* Oeffnung für den Utricularnerven.

Fig. 8. Vergr. $^6/_1$. Median durchschnittener Schädel von *Coluber natrix* mit durchschimmerndem, tingirten, häutigen Gehörorgan. *a.* Vorderer Wulst der Innenwand der Gehörkapsel. *b. aquaeductus vestibuli.* *c.* Hinterer Wulst der Innenwand. *d.* Oeffnung für den Sack- und Schneckennerven. *e. foramen jugulare.* *f. os occipitale basilare.* *g.* Schneckenspitze. *h. os sphenobasilare.* *i.* Innere Oeffnung des *canalis facialis.* *k.* Oeffnung für den Utricularnerven.

Fig. 9. Vergr. $^6/_1$. Das häutige Gehörorgan mit der periostalen Umhüllung präparirt und von aussen gesehen. *a.* Hinterer Bogengang. *b.* Bogengangcommissur. *c.* Horizontale Ampulle. *d. recessus utriculi.* *e.* Vorderer Bogengang. *f.* Sagittale Ampulle. *g. foramen trigemini.* *h.* Eintrittsöffnung der *carotis interna.* *i.* Aeussere Oeffnung des *canalis Fallopiae.* *k.* Schnecke. *l.* Durch die periostale Umhüllungsmembran schimmernde Otolithenmasse des *sacculus.* *m.* Frontale Ampulle.

Fig. 10. Vergr. $^6/_1$. Das häutige Gehörorgan von *Coluber natrix* in *situ* präparirt und von innen gesehen. *a.* Bogengangcommissur. *b.* Durchschimmernde Otolithenmasse des *sacculus.* *c.* Horizontaler Bogengang. *d.* Frontale Ampulle. *e.* Der zur hinteren Ampulle gehende Nervenast. *f. ductus perilymphaticus.* *g.* Schnecke mit der Nervenausbreitung. *h. recessus utriculi.*

Fig. 11. Vergr. $^8/_1$. Das häutige Gehörorgan von *Coluber natrix* mit der periostalen Umhüllung isolirt. *a.* Frontaler Bogengang. *b.* Bogengangcommissur. *c.* Erweitertes Ende des horizontalen Bogenganges. *d.* Sagittaler Bogengang. *e.* Sagittale, *f.* horizontale Ampulle. *g.* Periostale Membran des nach aussen vom Sack befindlichen *cavum perilymphaticum.* *h. lagena* der Schnecke. *i.* Horizontaler Bogengang. *k.* Hintere Ampulle.

Fig. 12. Vergr. $^8/_1$. Dasselbe Präparat von innen gesehen. *a. recessus utriculi.* *b. utriculus.* *c. aquaeductus vestibuli.* *d.* Verbindungsröhre der frontalen Ampulle mit dem *utriculus.* *e. pars basilaris* der Schnecke. *f. lagena.* *g. ductus perilymphaticus.*

Fig. 13. Vergr. $^{12}/_1$. Die zusammenliegenden Ampullen und der *recessus utriculi* isolirt. *a. septum cruciatum* der sagittalen Ampulle. *b. macula acustica utriculi.* *c. crista acustica* der horizontalen Ampulle.

Fig. 14. Vergr. $^{14}/_1$. Sack, Schnecke und hintere Ampulle aus der periostalen Umhüllung isolirt. *a.* Otolithenmasse des Sackes. *b.* Raum zwischen Otolith und Sackwandung. *c.* Ende des horizontalen Bogenganges. *d.* Hintere Ampulle. *e. pars basilaris* der Schnecke. *f. lagena* mit durchschimmernder Otolithenmasse.

Fig. 15. Vergr. $^{12}/_1$. Schnecke, Sack, Bogengangcommissur und hintere Ampulle von innen gesehen. *a.* Unteres Ende der Bogengangcommissur. *b.* Verbindungsröhre der hinteren Ampulle *c* mit dem *utriculus.* *d. lagena* mit durchschimmernder Otolithenmasse. *e. sulcus perilymphaticus.* *f.* Mittlerer Theil des Sackes mit durchschimmernder Otolithenmasse. *g. utriculus.* *h.* Unteres Ende des *sacculus.*

Fig. 16. Vergr. $^{24}/_1$. Hintere Ampulle, Sack und Schnecke nach Wegnahme der Aussenwand der Otolithen und der *membrana Reissneri.* *a. planum semilunatum* der hinteren Ampulle. *b, c.* Communication zwischen *sacculus*

und *utriculus*. *d. apertura aquaeductus vestibuli*. *e.* Vorderer Rand des *sacculus*. *f. macula sacculi*. *g. macula lagenae*. *h.* Hinterer Rand des Sackes. Innenrand der Communication des Sackes mit der Schnecke. *i.* Trennungsleiste zwischen vorderer und hinterer Abtheilung der *pars basilaris*. *k. macula acustica*. *l. membrana basilaris*. *m.* Hinterer Rand der *pars basilaris* zur Anheftung der *membrana Reissneri*. *n.* Einschnitt zwischen Sack und Schnecke. Beginn des *ductus perilymphaticus*.

XVII.

Das Gehörorgan der Crocodile nebst weiteren vergleichend anatomischen Bemerkungen über das mittlere Ohr der Wirbelthiere und dessen Annexa.

Von

Dr. C. Hasse.

Mit Tafel XXXI, XXXII u. XXXIII.

Ich verdanke der Güte Kölliker's die Möglichkeit der Untersuchung dieser Thiere, indem er mir mit grosser Freundlichkeit einen $^1/_4{}^m$ langen *Crocodilus niloticus* und den Kopf eines halb erwachsenen Thieres zur Disposition stellte. Man möge es mir wegen der Kostbarkeit des Materiales zu Gute halten, wenn ich nicht nach allen Seiten hin ausführliche und sichere Angaben zu machen im Stande bin. Vielleicht darf ich mich mit der Hoffnung schmeicheln, dass man anerkennen wird, es sei bei dem spärlichen Materiale untersucht, was untersucht werden konnte. Sehr viel bleibt noch zu thun übrig, da es sich, namentlich was die Paukenhöhle betrifft, um sehr complicirte Verhältnisse handelt, wie ich sie bis dahin noch bei keinem Wirbelthiere gefunden. Immerhin werden aber meine Untersuchungen darthun, dass, gerade wie *Siredon* das Bindeglied zwischen den Amphibien und Fischen darstellte, die Crocodile den Uebergang von den Schildkröten und Eidechsen zu den Vögeln bilden und auch bei diesen Thieren werde ich im Stande sein, die allgemeinen Anschauungen, die ich in meiner Arbeit über das Gehörorgan der Frösche niedergelegt, zu erweitern.

Unsere bisherigen Kenntnisse des Gehörorganes der Crocodile verdanken wir im Wesentlichen den Beobachtungen von Windischmann [1]) und Owen [2]), von denen ersterer vorzugsweise das innere Ohr und die

---

1) De penitiori auris in amphibiis structura.

2) Comparative anatomy and physiology of vertebrates.

Paukenhöhle, letzterer die *tuba Eustachii* berücksichtigt. Ausserdem finden sich bei Rathke[1]) insbesondere Angaben über den Verlauf der Gefässe und was die zu dem Gehörorgane in Beziehung tretenden Nerven betrifft, so habe ich darüber vorzugsweise in dem Handbuche der Anatomie der Wirbelthiere von Stannius genauere Angaben gefunden. Dann habe ich auch hier wieder der correcten Zeichnungen des häutigen Labyrinthes von Ibsen in seinem unedirten Werke über die vergleichende Anatomie des häutigen Gehörorganes Erwähnung zu thun und ebenso der Zeichnung (Tab. V, Fig. II) in dem grossen Werke von Scarpa[2]), die in Bezug auf die Innenwand des Gehäuses der meinigen stützend zur Seite stehen mag.

Die Crocodile bieten deswegen ein ganz besonderes Interesse, weil wir bei ihnen zum ersten Male die drei einzelnen, grossen Abtheilungen des Gehörapparates der Vögel und Säugethiere, den *meatus auditorius externus*, das *cavum tympani* mit der *tuba* und natürlich das Labyrinth auftreten sehen. Es ist der *meatus auditorius*, der als etwas Neues hinzutritt und die Thiere über die am höchsten unter den übrigen Reptilien stehenden Schildkröten erhebt, wenn derselbe auch noch nicht in einer solchen Ausbildung und mit denselben Constituenten auftritt, wie bei den Vögeln.

Zwei starke Integumentfalten, eine obere (Taf. XXXI, Fig. 1 *l*) und eine untere (Taf. XXXI, Fig. 1 *e*), die Rathke auf seiner Taf. II, III u. VIII sehr gut in ihrer Entwicklung zeichnet, deren auch Stannius ausdrücklich Erwähnung thut, wie vor ihm Cuvier und Blainville, während Windischmann an den von ihm untersuchten Thieren nur eine hat finden können, decken den äusseren Gehörgang vollkommen zu und machen ihn zu einem Spaltraume, der aussen auf der Seitenfläche des Kopfes eine schlitzartige Oeffnung (Taf. XXXI, Fig. 2 *c*) zeigt. Diese verläuft vorne, ein wenig hinter dem hinteren Augenwinkel nach hinten und unten und dann am hinteren Ende des Kopfes, nach aussen von dem hakenförmig gebogenen Unterkieferfortsatze (Taf. XXXI, Fig. 5 *E*) aufwärts gekrümmt. Erhebt man die obere Klappe, was jedoch kaum bis in die Horizontale möglich ist, so übersieht man (Taf. XXXI, Fig. 1) die untere Hälfte des *meatus auditorius*, während die obere von dem Knochen, der das Dach desselben (Taf. XXXIII, Fig. 6 *A*) bilden hilft, verdeckt erscheint. Im Grunde sieht man das Trommelfell bis zur Spitze der *protuberantia* (Taf. XXXI, Fig. 1 *d*). Von den beiden Falten ist die obere die grösste und sichelförmig gestaltet, während die untere mehr dreieckig und niedrig erscheint. Jene entspringt von der Aussen-

---

1) Untersuchungen über die Entwicklung und den Körperbau der Crocodile. 1866.

2) Anatomicae disquisitiones de auditu et olfactu.

fläche des *os squamosum* und zwar vom hinteren, stumpfen Winkel desselben (Taf. XXXIII, Fig. 6 *A*) bis zur vorderen Vereinigung mit dem *postfrontale* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *E*). Dort haftet sie mit breiter Basis an den oberen, rauhen Rand und in einer breiten Furche (Taf. XXXIII, Fig. 6 *f*), die ganz besonders hinten sehr tief ist und gerade wegen dieser breiten Befestigung des straffen Gewebes gelingt es namentlich hinten nicht die Falte über das Niveau des Schädeldaches zu erheben. Hinten ragt sie tief abwärts, vorne dagegen ist ihre Masse sehr geringfügig und endet mit einem scharfen Rande, mit dem sie vorne auf dem scharfen Rande der unteren *plica*, in der hinteren Hälfte auf dem *os quadratum* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *B*) ruht. Da die Aussenfläche der Falte senkrecht steht und dieselbe gegen die Anheftung am Knochen immer dicker wird, so muss die Innenfläche, die nicht pigmentirt ist, schräg nach oben und innen ziehen und da das *quadratum* die gleiche Richtung an seiner oberen Fläche besitzt, so bedeckt nicht blos der freie, scharfe Rand, sondern auch der äussere, untere Theil der Innenfläche diesen Knochen. Den Muskel, der diese Falte erheben soll, habe ich nicht weiter untersucht. Die untere, kleine, dreieckige Falte (Taf. XXXI, Fig. 1 *e*) erhebt sich hinter dem Augenwinkel am meisten und verliert sich in der Mitte der *rima auditoria*, wie ich die äussere Oeffnung des *meatus auditorius externus* nennen will. Ihre Aussenfläche steht senkrecht und sie ist mit breiter Basis an das vordere, stachelförmige Ende des *quadratojugale* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *D*), welches sich mittelst einer Naht mit dem vorderen äusseren Rande des *quadratum* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *B*) verbindet und mit seiner vorderen Spitze an das *postfrontale* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *E*) stösst, angeheftet.

Der *meatus auditorius externus* ist, wie ich bereits erwähnte, mehr ein Spaltraum, der nur oben innen und hinten (Taf. XXXI, Fig. 1 *a*) überhaupt als Raum existirt und verläuft schräg von unten aussen und vorne, nach oben innen und hinten. Diese Richtung ist im Wesentlichen von der Stellung des Trommelfelles, welches wie bei allen höherstehenden Wirbelthieren den Grund des äusseren Gehörganges bildet, abhängig. Besser liesse sich wohl die Gestalt desselben mit einem Keile, etwa so ▽, vergleichen, dessen Basis nach oben innen hinten, dessen Schneide nach unten aussen und vorne gerichtet ist und von der *rima auditoria* gebildet wird, während entweder Weichtheile oder Knochen die obere, äussere, vordere und hintere Wand zusammensetzen. Die Aussenwand wird durch die obere Klappe gebildet, deren Innenfläche mehr wie die Hälfte der Innenwand des äusseren Gehörganges deckt, die durch das Trommelfell und durch den lateralwärts von demselben gelegenen Theil der oberen Fläche des *quadratum* bis zur Nahtverbin-

dung mit dem *quadratojugale* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *B*, *D*) gebildet wird. Ich habe ja bereits bemerkt, dass das ganze *quadratum*, soweit dasselbe an der Bildung des äusseren Gehörganges Theil nimmt und die untere Hälfte des Trommelfelles von der oberen Klappe überlagert ist. Die Innenwand, die man mit Fug und Recht in die eigentliche Innenwand, den Grund des Gehörganges, das Trommelfell und in den Boden des *meatus* trennen könnte, da sie in einer Flucht gelagert sind, steht schräg von oben und innen nach unten und aussen, jedoch ist, namentlich was das Trommelfell betrifft, ähnlich wie bei den Schildkröten, der vordere Theil mehr lateral gelagert, als der hintere und zwar in einem so hohen Grade, dass derselbe unmittelbar an die Aussenwand, die Klappen, anstossend, die Vorderwand des Gehörganges bildet, die wegen der geringen Ausdehnung der Falten sehr niedrig erscheint. Dazu kommt dann noch, und das bildet eben den Grund der geringen Grösse der Integumentfalten vorne, dass der Boden, das *os quadratum* schräg nach oben vorne und innen verlaufend unter einem spitzen Winkel mit dem Dache des äusseren Gehörganges zusammenstösst (Taf. XXXI, Fig. 1, Taf. XXXIII, Fig. 6). Die hintere Wand dagegen erscheint viel ausgedehnter und wird durch einen hinten hakenförmig abwärts gebogenen Fortsatz des *os squamosum* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *A*) gebildet, der vorne aussen ausgehöhlt zur Verbindung mit dem nach hinten abwärts ragenden *os quadratum* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *B*) dient. Dieser ist demjenigen, auch bei *Ceratophrys* vorkommenden und bei allen *Perennibranchiaten* und *Salamandrinae* sehr ausgebildeten Theile des *squamosum* homolog, welcher von aussen her den oberen Theil des *quadratum* deckt. Derselbe geht ausserdem eine Verbindung mit dem *occipitale laterale* ein, das (Taf. XXXI, Fig. 5 *B*, Taf. XXXIII, Fig. 6 *C*) sich gleichsam von hinten her zwischen diesen Theil des *squamosum* und das *quadratum* einfalzt. Das Dach wird ausschliesslich von der Unterfläche des äusseren Theiles der *pars horizontalis* der Schuppe bis zu ihrer Nahtverbindung mit dem *quadratum* vorne gebildet und erscheint aussen ein wenig abwärts übergebogen und soweit ausgehöhlt, dass die obere Hälfte des Trommelfelles von demselben überlagert ist. Der ganze äussere Gehörgang ist wie bei allen höheren Thieren von einer derben, innig mit dem Perioste der Knochen zusammenhängenden Fortsetzung des äusseren Integumentes ausgekleidet, die sich auch hier als *lamina externa* auf das Trommelfell hinüber schlägt.

Das runde Trommelfell (Taf. XXXI, Fig. 1, Fig. 3), dessen Windischmann bereits in richtiger Weise Erwähnung gethan und über dessen Stellung ich schon das Nöthige gesagt, ist eine zarte, elastische Membran, die deutlich eine radiäre Anordnung ihrer Faserelemente erkennen lässt (Taf. XXXI, Fig. 3). Sie ist, wie bereits Windischmann

geschildert, trichterförmig nach aussen und oben und zwar durch die im Centrum angeheftete Spitze der *columella* vorgetrieben und gegen diese *protuberantia* (Taf. XXXI, Fig. 3 *f*, Fig. 1 *d*) strahlen die radiären Fasern. Die Anheftungsstelle ist eine weisse, konische Erhebung, da an dieser Stelle, und zwar am meisten an der Spitze, die sonst durchsichtige *membrana tympani* trübe. Von hier aus sehen wir, vorne und hinten (Taf. XXXI, Fig. 1 *c*, Fig. 3) durchschimmernd, zwei weisse Streifen ziehen, auf deren Bedeutung ich bei der Betrachtung der Paukenhöhlenschleimhaut zu sprechen komme, während über das untere Segment ein senkrecht abwärts verlaufender, bogenförmiger und nach vorne concaver Contour verläuft, der das vordere Ende einer dreiseitigen Masse darstellt, die aus der Tiefe der Paukenhöhle zum Vorschein kommt. Die *membrana tympani* ist straff ausgespannt und wenn sie sich auch nicht, wie bei den höheren Thieren, in eine Knochenfurche legt, so zeigt dieselbe doch an ihrer Peripherie eine starke Anhäufung circulärer Fasern, einen *annulus tympanicus*, mittelst dessen sie dann mit der Auskleidungsmembran des äusseren Gehörganges in fester Verbindung steht, die jedoch, wie mir scheint, im oberen hinteren Segment nach Art einer *membrana flaccida* keine so intensive ist, wie sonst an der Peripherie. Das Trommelfell ist zum überwiegenden Theile an das *os quadratum* und nur oben hinten in unbedeutender Ausdehnung, wie bei den höheren Thieren, an das *squamosum* angeheftet und zwar entspricht die Anheftung vorne der Naht zwischen dem *quadratum* und dem horizontalen Theile des *squamosum*, hinten der Naht zwischen dem absteigenden Theile des *squamosum* und dem Quadratknochen. Unten an dem *quadratum* sehen wir keine besonders markirte Anheftungsstelle, sie liegt hier an einer etwas nach vorne aussen ziehenden, bogenförmigen Linie, die ihren Anfang lateral von der alsbald zu erwähnenden Paukenhöhlenöffnung des Canals für die *jugularis externa* und *temporalis* und den *nervus petrosus superficialis minor* nimmt.

Nach dieser Schilderung des *meatus auditorius externus* und des Trommelfelles möchte es wohl, bevor ich weiter gehe, angebracht sein, die Bildungsweise desselben etwas mehr vom vergleichend anatomischen Standpuncte aus zu betrachten und zu sehen, ob die Anschauung, die ich früher in der Arbeit über das Gehörorgan der Frösche darüber entwickelt, richtig, und ich glaube, dass das in der That der Fall. Wir fanden, dass, während bei den Batrachiern das Trommelfell nach aussen von dem *quadratum* in einem eigenen *annulus tympanicus* ausgespannt war, bei den Schildkröten und den Eidechsen diese unter dem Integumente gelegene Membran von dem durch eigenes Wachsthum und durch das Wachsthum des *squamosum* nach aussen gedrängten, hakenförmig gekrümmten Quadratbein aufgenommen wird, welches bei den Eidech-

sen und *Chelonia midas* derselben oben und vorne zur Anheftung dient. Bei *Emys* fanden wir dann, dass das Trommelfell in grösserer Ausdehnung und zwar oben hinten und unten vorne von dem *os quadratum* aufgenommen wird und gleichzeitig an der Peripherie seines oberen, hinteren Quadranten an den äusseren Rand des *os squamosum* anstösst, das bei diesen Thieren nahezu den äusseren Rand des stark nach innen entwickelten Quadratbeines berührt. Das ist auch schon bei *Chelonia* nachzuweisen, ja es kommt hier sogar vorne der hintere Rand des *quadratojugale* hinzu und was nun die am höchsten stehenden *Testudines* betrifft, so finden wir, dass bis auf ein unbedeutendes Segment an der Peripherie hinten unten überall das *quadratum* mit dem hinteren, respective vorderen unteren Rande des *quadratojugale* und des *squamosum* und zwar vorne und hinten oben zur Anheftung des Trommelfelles dient. Diese letzteren Thiere müssen nun für uns der Ausgangspunct für die Betrachtung der Verhältnisse bei den Crocodilen sein. Also der untere und untere hintere Theil des *annulus tympanicus* des Trommelfelles liegt einzig und allein am *quadratum,* während der vordere und vordere obere an die Verbindungsnaht zwischen *quadratum* und *quadratojugale* stösst, während der obere und obere hintere Theil bis zur Naht zwischen *quadratum* und *squamosum* ragt. Dabei steht das Trommelfell, da das *quadratum* beinahe senkrecht als nahezu geschlossener Ring sich unter und hinter dem *quadratojugale* und nach unten und vorne von dem *squamosum* ausdehnt, fast senkrecht, nur wenig von oben aussen vorne, nach unten innen und hinten. Was nun das *quadratum* der Crocodile betrifft, so sehen wir dasselbe einen ähnlichen Knochenring wie bei den *Testudines* unterhalb und nach hinten von dem ähnlich wie bei den Schildkröten nach hinten abwärts gekrümmten *squamosum* bilden, jedoch ist derselbe nicht vollkommen geschlossen. Die Oeffnung des Ringes (Taf. XXXIII, Fig. 6) liegt aber nicht wie bei *Testudo* hinten unten, sondern oben und hinten und das hängt damit zusammen, dass sich das *quadratum* in seinem oberen Theile wenig nach hinten unten gekrümmt hat, während dagegen der untere bis auf die Lücke unter dem horizontalen Theile des *squamosum* nach hinten oben dem oberen entgegengewachsen ist und damit ist zugleich das Gelenkende, das bei den anderen Thieren senkrecht nach unten kehrt, nach hinten hin gedreht. Gleichzeitig hat sich aber damit die Stellung des *quadratojugale,* das ja einen integrirenden Bestandtheil des *palatoquadratum* bildet, geändert. Dasselbe ist durch den nach hinten oben ausgewachsenen, unteren Theil des *quadratum,* mit dem dasselbe bei *Chelonia* und auch zum Theil bei *Testudo* in Verbindung steht, nach hinten getrieben, so dass das *quadratum* nicht mehr nach unten und hinten, sondern nach oben und vorne von demselben zu liegen kommt. Alles dieses würde nun mit

der Ausnahme, dass das Trommelfell die Möglichkeit hat, sich, wie es das in der That thut, an den horizontalen Theil des *squamosum* anzuheften, keinen wesentlichen Einfluss auf die Beziehungen desselben zu den anderen beiden Knochen auszuüben brauchen, nur würde sich das Trommelfell statt vorne, so unten vorne an das *quadratojugale* anheften müssen, allein es kommt noch etwas Weiteres hinzu, wovon wir bei den Schildkröten und zwar bei *Chelonia* nur Andeutungen finden. Bei diesen Thieren zeigt sich der äussere Theil des *squamosum* ein klein wenig über das *quadratum* nach aussen vorgebuchtet, so dass oben ein grösserer Zwischenraum zwischen Trommelfellanheftung und äusserem Integumente bleibt, als unten, wo das *quadratojugale* kaum über das *quadratum* nach aussen ragt und dieser erscheint dann mit Zellgewebsmasse ausgefüllt. Bei den Crocodilen nun, bei denen die Ueberwölbung von Seiten des *os squamosum* über das Quadratbein lateralwärts oben hinten vor sich geht und zwar an der Naht, an die sich der *annulus tympanicus* des Trommelfelles anheftet, wird diese dort den beträchtlichen Abstand der *membrana tympani* vom äusseren Integumente bewirken, der aber auch unten und vorne nachweisbar ist, weil der untere Theil des *quadratum* mit dem an ihn befestigten *quadratojugale* sich gleichsam unter das Trommelfell weg nach aussen schiebt und zwar hinten mehr, als vorne. Dadurch fällt der Ansatz der Membran, der bei den Schildkröten an der Naht zwischen *quadratum* und *quadratojugale* sich fand, bei den Crocodilen aus dem Bereiche derselben und sie heftet sich ausschliesslich an das oben und medianwärts vom *quadratojugale* befindliche *quadratum*. Somit sehen wir denn unten und vorne und hinten und oben vor dem Trommelfelle einen knöchernen Vorbau entstehen, der zu bedeutend ist, um wie bei den Schildkröten durch subcutane Gewebsmassen ausgefüllt zu werden, in den sich statt dessen das Integument hineinstülpt und an dessen äusseren Rändern dasselbe zwei Falten wirft, die Ohrklappen, die einander entgegenwachsen, anstatt sich, wie bei den höheren Thieren, über die Mündung des *meatus auditorius externus* nach allen Richtungen zu entfernen.

So entsteht also der äussere Gehörgang. Mit dem Trommelfell sinkt durch das Wachsthum der vorhin genannten Knochen das Integument als blindgeschlossene Röhre in die Tiefe. Einen solchen Vorbau haben wir ja auch bei der höherstehenden Classe, den Vögeln, und wie wir gesehen haben, wurde er bei den am tiefsten stehenden Formen mit offenem *foramen rotundum* durch das *quadratum* oben, durch das *squamosum* oben hinten, durch das *occipitale laterale* hinten, durch das *sphenobasilare* unten gebildet, ein Verhältniss, welches ich früher in der Arbeit über das Gehörorgan der Frösche direct von dem bei den Schildkröten gefundenen ableitete. Ist nun die Erklärung, dass es sich um ein

Auswachsen des *occipitale laterale*, des *sphenobasilare* und theilweise des *squamosum* und um eine Reduction des sich lösenden *quadratum* nach vorne handle, richtig? In der That ist dem so und der Befund bei den Crocodilen spricht dafür. Das *quadratum* hat bei diesen Thieren, wie bei den Schildkröten, nicht blos aussen und hinten, sondern, wie wir alsbald sehen werden, auch innen eine beträchtliche Ausdehnung, so dass dasselbe durch seine ausgebreiteten Befestigungen die Entfaltung des *sphenobasilare* hindert. Ausserdem hindert aber auch die directe Verbindung des hinteren Theiles des ringförmigen *quadratum* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *B*) mit dem absteigenden, hinteren Fortsatze des *squamosum* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *A*), das bei diesen Thieren stark nach aussen gewachsene, seitliche Hinterhauptsbein (Taf. XXXIII, Fig. 6 *C*) sich trennend zwischen die beiden Knochen zu legen und somit dem Trommelfelle die Möglichkeit der Anheftung zu bieten. In dem Augenblicke aber, wo sich der Ring des *quadratum* einmal aus seiner Verbindung mit dem *sphenobasilare* und zweitens hinten aus der mit dem *squamosum* löst, was nur dadurch geschehen kann, dass sich das *quadratum* von innen nach aussen reducirt, oder besser gesagt, in der Entwicklung nach innen nur langsam fortschreitet und in dem Augenblicke, wo sich der untere Theil des *quadratum* nicht ringförmig nach hinten dem *squamosum* entgegen entwickelt, muss das *sphenobasilare* als der nächste Knochen nach aussen wachsend, statt des Quadratbeines den unteren Theil des Trommelfelles aufnehmen und das *occipitale laterale* hinten in die Lücke zwischen *quadratum* und *squamosum* treten und somit dort der *membrana tympani* zur Anheftung dienen. Wachsen nun diese untereinander verbundenen Knochen über das Trommelfell hin nach aussen, so entsteht ein von ihnen gebildeter, röhrenförmiger Vorbau, wie bei den Crocodilen, nur mit anderen Constituenten, ein *meatus auditorius externus*. Wir sehen ferner, da bei den Crocodilen der untere Theil des Quadratbeines stark nach aussen wächst, den unteren Theil des Trommelfelles wegen seiner Anheftung eine gleiche Richtung bekommen. Da nun aber bei den Vögeln unten die Verbindung mit dem *quadratum* gelöst wird und das medianwärts gelegene *sphenobasilare* an die Stelle tritt, so kann es uns nicht überraschen, wenn wir, wie bei den Schildkröten, das Trommelfell eine ähnliche Stellung von oben aussen vorne, nach unten innen und hinten einnehmen sehen, eine Stellung, die bei den Säugern und Menschen wegen des Wachsthumes des Schädelraumes und der Drehung des hinteren Theiles der Labyrinthpyramide und des mit ihr verbundenen *occipitale laterale* von hinten innen, nach aussen vorne eine andere, entgegengesetzte wird.

Wenden wir uns nun zu der Betrachtung der zweiten Abtheilung des Schallzuleitungsapparates, dem *cavum tympani*, das diesen Thieren

ebenso wenig wie den Schildkröten und Eidechsen fehlt, so können wir dieselben Abtheilungen wie bei den anderen Reptilien, das eigentliche *cavum tympani* und den *recessus cavi tympani* unterscheiden, von denen jenes aussen gelagert ist, während dieser an die Labyrinthpyramide stösst. Innerhalb der Paukenhöhle befindet sich dann, abgesehen von den Gefässen und Nerven, die *columella* und als Nebenanhang derselben der bei sämmtlichen Reptilien vorkommende *recessus scalae tympani*. Ich gestehe, es hat lange gedauert, ehe es mir gelang über alle diese Verhältnisse zur Klarheit zu kommen, da die gesammte Paukenhöhle so complicirt, wie bei keinem anderen Wirbelthiere und namentlich zeigt auch der *recessus scalae* Eigenthümlichkeiten, denen ich sonst nicht wieder begegnet bin. Die Theile sind übrigens, sowohl was das eigentliche *cavum tympani*, als den *recessus cavi*, wie den *recessus scalae* betrifft, in einer Weise vorhanden, die in mancher Beziehung mehr an die Verhältnisse bei den Vögeln, als an die der Schildkröten erinnert. Ueberwog bei diesen Thieren der *recessus cavi tympani* zwischen der Aussenfläche des Labyrinthes und der Innenwand des *quadratum* die im Bereiche dieses Knochens sich haltende, eigentliche Paukenhöhle, so sehen wir dagegen bei den Crocodilen, wie bei den Vögeln und Säugern, den *recessus* nach innen auf eine Vertiefung im Bereiche des *foramen vestibulare* reducirt, während dagegen das *cavum tympani* wie bei ihnen eine weit beträchtlichere Ausdehnung hat und bis an die Labyrinthaussenfläche reicht.

Die Paukenhöhle, zu deren Beschreibung ich mich zunächst wende, wird wie bei den übrigen Reptilien im Wesentlichen durch das *os quadratum* gebildet, jedoch trägt dieser Knochen, den wir namentlich bei *Testudo* als ausschliesslich constituirenden Factor kennen lernten, nicht einzig und allein zur Bildung derselben bei, sondern es gesellen sich, wie bei den Vögeln, hinten das *occipitale laterale*, innen die Aussenwand der Labyrinthpyramide (Taf. XXXIII, Fig. 6) und oben zu einem Theile das *squamosum* hinzu. Es fehlt somit nur, wie man sieht, das *sphenobasilare*, welches, wie wir wissen, bei den Vögeln, sowohl wie bei den Säugern und den Menschen wenigstens in einem Derivat desselben, dem *os tympanicum*, den Boden des *cavum tympani* bildet. Was zunächst die Grundform betrifft, so haben wir es im Ganzen genommen mit einer abgestutzten, vierseitigen Pyramide zu thun, deren Basis nach unten, deren abgestumpfte Spitze nach oben kehrt und die eine vordere, eine hintere, eine äussere und eine innere Fläche besitzt.

Die von vorne oben und innen, nach hinten unten und aussen gestellte äussere Wand wird durch das trichterförmig, lateralwärts getriebene Trommelfell gebildet, dessen genaue Schilderung ich ja bereits gegeben. Es wird wie bei sämmtlichen, mit einer Paukenhöhle ver-

sehenen Thieren, worauf schon WINDISCHMANN aufmerksam gemacht, an seiner Innenfläche von einer Fortsetzung der Schleimhaut der Paukenhöhle glatt überzogen und wir haben somit an dem Trommelfelle der Crocodile, wie bei den höheren Thieren, eine *tunica externa* als Fortsetzung der Integumentalbekleidung des äusseren Gehörganges, eine *tunica propria* und eine *interna* als Fortsetzung der Paukenhöhlenschleimhaut und diese drei Lagen finden sich, wenn auch nicht in derselben Weise, bei sämmtlichen Thieren, die eine Paukenhöhle besitzen, selbst dann, wenn ihnen ein äusserer Gehörgang fehlt. Dann hat aber namentlich die *tunica externa* einen ganz anderen Character. Als solche ist das Integument, welches von aussen her glatt die *membrana tympani* überzieht, zu betrachten. Es kann, wie bei den Fröschen und Eidechsen, zu einer zarten Haut modificirt sein, allein auch, wie unter den Schildkröten namentlich bei *Chelonia midas*, sich verdicken. Erst dann, wenn die *membrana tympani* in die Tiefe sinkt, das Integument in Folge dessen sich einstülpt, erst dann sehen wir die Integumentalauskleidung sich bleibend in der bei den Vögeln, den Säugern und den Menschen bekannten Weise ändern.

Das Dach, die obere Wand der Paukenhöhle, wird grösstentheils von demjenigen Theile des *quadratum* gebildet, der sich an die untere Fläche des horizontalen Theiles des *squamosum* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *A*) anlegt und der dem *processus squamosus* des *quadratum* der Vögel homolog, zum Theil auch von dem *squamosum* selbst. Dasselbe zeigt sich nach Art eines Gewölbes nach oben convex, nach unten concav. Es findet medianwärts seine Grenze in der von vorne nach hinten sich erstreckenden Naht, die das *quadratum* mit dem *parietale* und dem *occipitale superius* verbindet und die in der Tiefe der Schädeldachöffnung der *fossa temporalis* (Taf. XXXI, Fig. 2 *b*) zum Vorschein kommt. An dieser haben wir dann auch den Uebergang zur inneren Wand zu suchen. Der Uebergang in die Hinterwand markirt sich durch die Naht, mittelst der das *quadratum* an das *occipitale laterale* stösst. Der Uebergang in die Vorderwand ist nicht scharf abgesetzt und lässt sich nur approximativ durch den Uebergang des horizontal unter dem *squamosum* ausgebreiteten *processus squamosus* in den senkrechten Theil, den eigentlichen Körper des *quadratum*, bestimmen. Dieser steht im Uebrigen etwas tiefer als die hintere Grenze, so dass das Dach ein wenig nach vorne unten abfällt. Am Uebergange des Daches des *cavum tympani* in das die Aussenwand bildende Trommelfell findet sich im hinteren Theile des *processus squamosus quadrati* ein tiefer Einschnitt, der durch das sich darüber wölbende *squamosum* zu einer nach hinten unten und aussen sehenden, rundlichen Oeffnung geschlossen wird. Dieser Einschnitt ist die Ursache, dass ein Theil des *squamosum* das Dach der Paukenhöhle mit bilden hilft. Die Oeffnung führt in einen Raum, der die Unterfläche

des *squamosum*, den hinteren Theil des *parietale* und den äusseren des *occipitale superius* aushöhlt und somit, wie das *antrum mastoideum* der höheren Thiere, als ein Nebenraum der Paukenhöhle, anzusehen ist und wie dieses ebenfalls von einer Fortsetzung der Paukenhöhlenschleimhaut ausgekleidet erscheint. Am knöchernen Schädel ist dieser Raum an der Hinterfläche des Schädels (Taf. XXXI, Fig. 5 *f*) durch eine sichelförmige Spalte zwischen *squamosum* und *occipitale superius* (Taf. XXXI, Fig. 5 *C*) und durch eine weite Oeffnung an der Hinterfläche des oberen Theiles der Temporalgrube (Taf. XXXI, Fig. 2 *b*) zugänglich, im lebenden Zustande aber hinten einfach durch die Paukenhöhlenschleimhaut, vorne durch diese und den *musculus temporalis* geschlossen.

Die vordere Wand, die nach aussen wiederum an das Trommelfell stösst und die nach innen hin ihre Grenze an der vorderen Kante der Aussenfläche der Labyrinthpyramide und der dort befindlichen Tubenmündung findet und nach oben sowohl, wie nach unten einen ganz allmäligen Uebergang gegen den Boden und das Dach zeigt, lässt sich in zwei Abtheilungen, eine äussere und eine innere, trennen. Die äussere, die hinter dem Trommelfelle gelegen ist, ist mehr in der sagittalen Ebene gelagert und steht von oben innen, nach unten aussen, die innere dagegen frontal, erscheint wie das Dach leicht ausgehöhlt und nimmt medianwärts immer mehr an Höhe zu. Diese Trennung wird, und das tritt namentlich an ganz jungen Individuen hervor, durch einen halbmondförmigen, leistenartigen, nach hinten ragenden Vorsprung (Taf. XXXI, Fig. 4 *m*) gebildet, der medianwärts von der vorderen Hälfte der *membrana tympani* in derselben Ebene wie dieses gelagert an dem *quadratum* in die Paukenhöhle vorspringt und sich unter die *columella* weiter am Boden fortzieht (Taf. XXXIII, Fig. 6). Dieser Knochenvorsprung zeigt im frühen Alter (Taf. XXXI, Fig. 4) eine rundliche Perforation, die durch das faltenartige Vorspringen der Paukenhöhlenschleimhaut ein wenig verengt erscheint. Im erwachsenen Zustande ist die Oeffnung verschwunden. Ob dieselbe, wie mir wahrscheinlich, zum Durchtritt von Gefässen dient, darüber vermag ich nichts Bestimmtes zu sagen. An der Mitte der ausgehöhlten, inneren Abtheilung findet sich nach unten hin eine von einem Knochenvorsprunge gedeckte, nach oben aussen hin sehende Oeffnung (Taf. XXXI, Fig. 4 *k*, Taf. XXXIII, Fig. 6 *a*, Fig. 11 *a*), die in eine nach aussen gegen das obere Ende des Vorsprunges verlaufende, seichte Furche übergeht und die, wie wir alsbald sehen werden, zum Durchtritt der *vena jugularis externa*, des *nervus petrosus superficialis minor* und der *chorda tympani* dient. Die Wand wird ausschliesslich durch den senkrechten Theil, den Körper des *quadratum*, gebildet.

Ebenso bildet dieser Knochen den Boden der Paukenhöhle, der

ebenfalls durch Hülfe des vorhin erwähnten, am Boden weiter verlaufenden, halbmondförmigen Vorsprunges (Taf. XXXIII, Fig. 6) in eine äussere und innere Abtheilung zerfällt, von denen jene von der Erhebung der Leiste bis zum Trommelfellansatze sich ausserordentlich viel weniger ausdehnt und von oben innen, nach unten aussen verläuft, während diese den grössten Theil des Bodens bildend, medianwärts immer steiler abfällt und ausgehöhlt erscheint. Dieselbe stösst innen an den unteren Theil der Labyrinthaussenfläche (Taf. XXXIII, Fig. 6 *m*), geht ohne scharfe Grenze in die Vorderwand über, wird aber am knöchernen Schädel von der Hinterwand durch eine von aussen nach innen, von dem Ende des halbmondförmigen Vorsprunges gegen den hinteren Theil der Aussenfläche der Gehörkapsel (Taf. XXXIII, Fig. 6) verlaufende, scharfe Leiste getrennt, die unser Interesse im hohen Grade in Anspruch zu nehmen geeignet ist.

Von dieser Leiste ausgehend, spannt sich nämlich die Schleimhaut der Paukenhöhle frei über einen namentlich innen sehr tiefen *sulcus* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *k*) hinüber, der theilweise dem hinteren, hakenförmig aufwärts gekrümmten Theil des *quadratum* und zwar aussen, innen theilweise dem unteren Theil der Vorderfläche des *occipitale laterale* angehört und sich bis zum Umfange des *foramen rotundum* (Taf. Fig. 6 *l*) erstreckt, den wir als *sulcus recessus scalae tympani* bezeichnen können und verwandelt denselben zu einem geschlossenen Canale, der sich von dem hinteren Theile der Labyrinthaussenfläche bis zum hinteren Umfange des Trommelfelles erstreckt. Wir sehen somit, dass ein Theil der Hinterwand der Paukenhöhle nur von der Schleimhaut der Vorderwand des *recessus* (Taf. XXXIII, Fig. 9 *f*) gebildet wird, während der obere Theil bis zur Nahtverbindung des *quadratum* und *occipitale laterale* mit dem *squamosum* von dem Quadratknochen und dem seitlichen Hinterhauptsbeine gebildet wird, die beide an ihrer Paukenhöhlenbegrenzungsfläche etwas ausgehöhlt erscheinen. Dort, wo diese knöcherne Hinterwand in die Innenwand übergeht, also im Bereiche des *occipitale laterale*, zeigt sich eine ovale, nach vorne aussen sehende Oeffnung (Taf. XXXIII, Fig. 6 *e*), die schräg nach oben und vorne in das von einer Fortsetzung der Paukenhöhlenschleimhaut bekleidete Homologon des *antrum mastoideum* übergeht und das *occipitale laterale* aushöhlt.

Was nun die innere Paukenhöhlenwand betrifft, so wird dieselbe einmal durch die äussere Fläche der Gehörkapsel und ferner durch die oberhalb gelegene, weite Oeffnung, die *apertura antri mastoidei* gebildet, die in das *antrum mastoideum* hineinführt, welcher Raum sich unter das *occipitale superius*, vor dem *laterale* und oberhalb der Labyrinthpyramide (Taf. XXXIII, Fig. 8 *b*) bis zu dem der anderen Seite erstreckt, in demselben sich öffnet und somit die beiden Paukenhöhlen mit einander

in Verbindung setzt, so dass auch die Schleimhautauskleidung der beiden eine gemeinsame ist, ein Verhältniss, das uns bei keinem anderen Wirbelthiere begegnet. Die Aussenfläche der Labyrinthpyramide ist grösstentheils durch eine querovale Oeffnung, die *apertura recessus cavi tympani* (Taf. XXXIII, Fig. 6) und durch eine flache, nach oben hin convexe und schräg nach aussen oben und hinten gegen das mediane Ende des *sulcus recessus scalae tympani* verlaufende Furche, den *sulcus canalis Fallopiae* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *c*), eingenommen, an deren vorderem Ende, nach vorne von der *apertura recessus cavi* sich eine kleine, nach aussen sehende, runde Oeffnung, die *apertura externa canalis Fallopiae s. facialis* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *b*) findet. Unten schliesst sie dann mit der oberen Kante einer Incisur, der *incisura canalis carotici*, gegen den Boden der Paukenhöhle ab (Taf. XXXIII, Fig. 6 bei *m*). An dem Uebergange gegen die Vorderwand findet sich dann unten die in Gestalt einer länglichen Spalte auftretende *apertura interna tubae Eustachii* (Fig. 6 unter *a* u. *b*).

Was die *tuba* betrifft, so stehen mir über dieselbe nur wenige Erfahrungen zu Gebote, da ich das wenige Material, welches ich besass, nicht allzu sehr zerstören wollte. Immerhin habe ich an einem Schädeldurchschnitte (Taf. XXXIII, Fig. 8) eines etwa $1/3^m$ langen Crocodiles soviel gesehen, dass ich es wohl wagen darf, Einiges darüber beizufügen. Bekanntlich verdanken wir Richard Owen [1]) die ersten genaueren Angaben über die Communication zwischen der Paukenhöhle und dem Rachen. Seine Angaben sind kurz folgende: Die Rachenöffnung der *tuba* ist einfach median gelagert und für beide Ohren gemeinsam. Sie liegt dicht hinter den *Choanen* und von ihr gehen zwei laterale Canäle und ein vorderer aus. Der vordere geht in einen knöchernen Canal zwischen dem *occipitale basilare* und dem *sphenobasilare*, welcher sich in einen gegen das *basisphenoidale* nach vorne ziehenden und in einen anderen senkrecht nach oben gegen das *basioccipitale* emporsteigenden Canal theilt. Beide sind in der Mittellinie gelagert und jeder von diesen Zweigen theilt sich wieder quer nach links und rechts und diese Theilcanäle öffnen sich am Boden des *cavum tympani*. Die membranösen, lateralen Canäle gehen durch correspondirende, laterale, knöcherne, die zwischen *basioccipitale* und *basisphenoidale* verlaufen und von denen jeder mit der queren Unterabtheilung des medianen, occipitalen Tubencanales communicirt. Nach dieser Communication verlaufen sie zum *cavum tympani*. Die Rachenöffnung ist dann noch theilweise durch eine

1) On the communications between the tympanum and the Palate in the Crocodilia. Philosophical transactions 1850 und Comparative Anatomy and Physiology of the vertebrates 1866.

Klappe geschlossen. Ich kann mich dieser Darstellung der im Bereiche des *occipitale basilare* und des *sphenobasilare* befindlichen Canäle und ihrer gemeinsamen Mündung in den Rachen (Taf. XXXI, Fig. 5 *i*) anschliessen, allein ich möchte daran zweifeln, dass alle diese Röhren als Theile der *tuba Eustachii* anzusehen sind und ich glaube nach dem, was ich bisher gesehen, abgesehen von allen vergleichend anatomischen Gründen, die gegen eine Vieltheilung der *tuba* sprechen (sie tritt ja immer in Folge ihrer Entwicklung als Ausstülpung der Rachenschleimhaut als einfache Röhre auf), dass es sich bei den Meisten um Gefässcanäle handelt, dazu bestimmt, das Blut zu und von dem Rachen und Gaumen, zu und von den in der Paukenhöhle befindlichen Gefässen zu leiten.

Hinter den *Choanen* haben wir eine einfache, durch eine von hinten her halbmondförmig vorspringende Schleimhautklappe geschützte, hufeisenförmige Oeffnung, die in eine bei jungen Thieren flache (Taf. XXXIII, Fig. 8), bei älteren ausserordentlich tiefe, mit Rachenschleimhaut ausgekleidete Grube führt, die nach vorne das *basisphenoidale* aushöhlend (Taf. XXXIII, Fig. 8 *p*) sich als Owen's vorderer, medianer Canal (Taf. XXXIII, Fig. 8 *n*) bis gegen die Unterfläche der *sella turcica* (Taf. XXXIII, Fig. 8 *o*) erstreckt und sich nach hinten oben (Taf. XXXIII, Fig. 8) gegen das *basioccipitale* (Taf. XXXIII, Fig. 8 *i*) ausbuchtet. Wo diese beiden mit Rachenschleimhaut ausgekleideten Abtheilungen der Grube zusammenstossen, sehen wir an der Grenze des *basioccipitale* und *sphenobasilare* (Taf. XXXIII, Fig. 8 *k*) die Rachenschleimhaut sich in nach vorne oben aussen zu beiden Seiten verlaufende, ziemlich weite Knochencanäle begeben, die Owen als laterale, membranöse Canäle beschreibt, in die *tubae Eustachii*, die von den beiden Grundbeinen zusammen gebildet werden und diese öffnen sich dann an der Vereinigung der vorderen und der inneren Wand der Paukenhöhle, also vor der Gehörkapsel, vor der *apertura externa canalis Fallopiae* spaltförmig. Hat man es mit einem macerirten Schädel zu thun, so zeigen sich auch die ungemein engen Canäle, die transversellen Zweige des vorderen, medianen (Taf. XXXIII, Fig. 8 *l*), die selbst an jungen Schädeln für feine Borsten schwer zugänglich sind, während dagegen die knöcherne *tuba* sich ausserordentlich leicht verfolgen lässt und wenn ich dem auch nicht positiv entgegenzutreten wage, dass dieselben mit Rachenschleimhaut ausgekleidet sind, so bezweifle ich doch dieses Verhalten nach dem, was ich gesehen und so bleibt mir zunächst nichts Anderes übrig, als sie als Gefässcanäle zu betrachten. Die hintere obere, mit Rachenschleimhaut ausgekleidete Abtheilung der Grube liesse sich recht wohl als *sinus tubarum* bezeichnen, während ich dem vorderen Theile eine andere morphologische Bedeutung vindiciren möchte.

Sie erscheint mir als Rest der Rachenschleimhautausstülpung gegen die *sella turcica* und die *hypophysis cerebri*.

Somit böte die *tuba* der Crocodile nichts wesentlich Abweichendes von der der übrigen Wirbelthiere, sondern erstreckt sich, hinter den *Choanen* gelegen, bis zu dem vorderen Theile des Bodens der Paukenhöhle und der wesentliche Unterschied wäre demnach der, abgesehen davon, dass dieselbe von dem *sphenobasilare* und *basioccipitale* gebildet wird, während bei den niederen Thieren das *os pterygoides*, bei den höheren Thieren das *sphenobasilare*, oder bei den Säugern und den Menschen das Derivat desselben, das *os tympanicum*, zu ihr in Beziehung tritt, dass dieselbe, statt für sich an der Oberfläche des Rachens zu münden, mit der anderen in einer Nische der Rachenhöhlenschleimhaut ihre Mündung findet. Uebrigens bin ich durchaus nicht der Meinung, diese meine Ansicht als eine allseitig wohlbegründete derjenigen Owen's gegenüber zu stellen, allein bis sich künftige Untersuchungen für oder gegen dieselbe entschieden haben, glaube ich mich nach meinen Erfahrungen berechtigt, an derselben festzuhalten, für die übrigens auch die freilich nur ungenügend dargelegte Ansicht von Windischmann spricht.

Nach dieser Schilderung des eigentlichen *cavum tympani* und seiner Communicationsröhre mit dem Rachen, der *tuba*, wende ich mich jetzt zunächst zur Betrachtung des *recessus cavi tympani*, von dem ich bereits Anfangs erwähnt, dass derselbe eine Vertiefung im Bereiche des *foramen vestibulare*, an der Aussenseite der Gehörkapsel repräsentire. Er steht, wie wir wissen, an der Mitte der Aussenfläche (Taf. XXXIII, Fig. 6) mittelst einer ovalen, nach hinten von der *apertura externa canalis Fallopiae* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *b*) und unter dem *sulcus canalis facialis* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *c*) befindlichen Oeffnung, der *apertura recessus cavi tympani*, die nach hinten an das Ende des *sulcus recessus scalae* stösst, mit der Paukenhöhle in Verbindung und stellt eine Vertiefung dar, deren Grund durch das *foramen vestibulare* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *d*) eingenommen wird. Sie zieht schräg von vorne und aussen, nach hinten und innen, so dass das nahezu in der sagittalen Ebene gelagerte Vorhofsfenster, von der *apertura* aus gesehen, hinten im Umfange desselben excentrisch gelagert erscheint. Die hintere Wand der Vertiefung steht frontal, die obere und untere Wand horizontal, die vordere dagegen von vorne aussen, nach hinten innen. Die Oeffnung liegt nahezu in gleicher Höhe mit der Mitte der Paukenhöhlenaussenwand, der *membrana tympani*.

Was nun den sogenannten *recessus scalae tympani* betrifft, der sich am macerirten Schädel als eine nach hinten gelegene Abtheilung der Paukenhöhle darstellt, im lebenden Zustande aber durch die über den *sulcus recessus scalae* sich hinüberschlagende und bis zum hinteren Umfange der *apertura recessus cavi tympani* sich erstreckende Paukenhöhlen-

schleimhaut von derselben vollkommen abgeschlossen wird, so zeigt sich derselbe weniger durch die constituirenden Bestandtheile und den Bildungsmodus, als durch die darin gelagerten, mannigfaltigen Theile complicirt. Der *recessus scalae tympani* wird in seiner vorderen Begrenzung durch die Hinterwand der Gehörkapsel und den die Hinterwand der Paukenhöhle bildenden Theil der Schleimhaut, in seiner hinteren durch das *occipitale laterale* innen und das *quadratum* aussen, in seiner unteren durch den Boden des *sulcus*, der dem seitlichen Hinterhauptsbein innen, dem Quadratknochen aussen angehört, in seiner Decke durch das knöcherne Dach des *sulcus*, der von demselben Knochen abgegeben wird, gebildet, während dem die Aussenwand durch den hinteren Umfang des Trommelfelles repräsentirt ist und die Innenwand als Lücke hinter der Gehörkapsel existirt (Taf. XXXIII, Fig. 8 *g*) und als *foramen jugulare* die Communication des *recessus scalae* mit der Schädelhöhle vermittelt. Im Bereiche dieser Oeffnung nun, an der Hinterwand der Gehörkapsel ist der *recessus* vollkommen knöchern umschlossen, da sich sowohl oben, wie unten das seitliche Hinterhauptsbein an dieselbe anlegt, während aussen, wie wir wissen, die Paukenhöhlenschleimhaut die Hinterwand des Labyrinthes ersetzt (Taf. XXXIII, Fig. 9 *f*).

Was nun diesen, im Ganzen genommen, einen hohlen Cylinder darstellenden, von der Schädelhöhle bis zum hinteren Theile des Trommelfelles sich erstreckenden *recessus scalae tympani* so besonders complicirt, das sind die vielfachen Oeffnungen, die sich namentlich an der Hinterwand desselben befinden und es ist für mich keine ganz leichte Aufgabe gewesen, diese in ihren einzelnen Beziehungen zu erkennen. Bevor ich jedoch darauf eingehe, möge es mir gestattet sein, die hintere Fläche des Schädels (Taf. XXXI, Fig. 5), die im Wesentlichen von den flügelförmig zu beiden Seiten des *occipitale basilare* (Taf. XXXI, Fig. 5 *A*) sich ausbreitenden *occipitalia lateralia* (Taf. XXXI, Fig. 5 *B*) gebildet wird, mit Bezug auf die dort befindlichen Löcher zu betrachten und es möchte dann, glaube ich, leichter sein, die im *recessus scalae* gelegenen Theile zu erkennen. Die seitlichen Hinterhauptsbeine schliessen sich nach oben an die *squama ossis occipitis*, das *occipitale superius* (Taf. XXXI, Fig. 5 *C*) nach oben aussen an das *os squamosum* (Taf. XXXI, Fig. 5 *D*), nach vorne aussen und unten an das *os quadratum* an (Taf. XXXI, Fig. 5 *H*). Dieselben zeigen zunächst nach aussen von der Mitte des Umfanges des *foramen magnum* das nach aussen sehende *foramen hypoglossi* (Taf. XXXI, Fig. 5 *e*), das in einen einwärts ziehenden Canal führt. Nach unten und vorne davon finden wir dann eine weite, ovale Oeffnung (XXXI, Fig. 5 *d*) und in dem Grunde derselben vier Löcher, die fast sämmtlich in den *recessus scalae* hineinführen. Das eine von ihnen, das am meisten nach innen und hinten gelegen ist, bildet je-

doch eine Ausnahme. Es ist das *foramen accessorium* für den *accessorius Willisii*, welches in einen medianwärts das seitliche Hinterhauptsbein durchsetzenden Canal führt, der wie das *foramen hypoglossi* hinter dem *foramen jugulare* in die Schädelhöhle geht. Dann folgt eine tiefer und lateralwärts gelegene, grössere Oeffnung, die schräg nach oben und innen in den *recessus scalae* zieht, das *foramen vagi*. Neben derselben, ein wenig nach aussen und unten, findet sich dann eine feine, ebenfalls in den *recessus* führende Oeffnung, das *foramen faciale*. Eine dritte grosse Oeffnung, die lateralwärts und nach oben davon gelegen und in einen aufwärts ziehenden Canal führt, weiss ich nicht besser, als das *foramen vasorum* zu bezeichnen. Dann findet sich dort, wo der Aussenrand des *occipitale laterale* sich an die Vereinigung des *quadratum* mit dem *squamosum* hinten innen anlegt, eine weite Oeffnung (Taf. XXXI, Fig. 5 *h*), die in einen schräg nach aufwärts und innen ziehenden Canal führt, den man als *canalis ossis quadrati* bezeichnen könnte. Schliesslich zeigt sich noch zu beiden Seiten der Condylen unter der grossen, ovalen Nervenöffnung das *foramen carotideum externum*, durch das die *carotis interna* ebenfalls gegen den *recessus scalae* hinzieht (Taf. XXXI, Fig. 5 *c*).

Verfolgen wir nun vor allem die Oeffnungen, die in dem *recessus* ihre Mündung finden, bis dahin, so sehen wir zunächst, dass der nach innen oben und vorne verlaufende, von dem *occipitale laterale, squamosum* und *quadratum* gebildete *canalis ossis quadrati* weit, trichterförmig im lateralen Theile des *recessus scalae tympani*, nach innen vom hinteren Umfange des Trommelfelles an dem Boden desselben mündet. Von dieser Oeffnung aus sehen wir dann zwei tiefe Furchen, die eine nach oben und innen an der Hinterwand (Taf. XXXIII, Fig. 6 *g*), die andere nach innen und vorne (Taf. XXXIII, Fig. 6 *k*) gegen den *sulcus recessus scalae* ziehen, oder besser, es bildet diese Furche das äussere Ende des *sulcus recessus*, der somit nach aussen, unten und hinten verläuft. Sie trifft mit dem gerade medianwärts verlaufenden Theile des *sulcus* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *h*) an einer Oeffnung zusammen, die nach aussen gegen das Trommelfell sehend in einen nach abwärts hinten und innen gehenden, weiten Canal führt, der mit dem *foramen vasorum* in der Tiefe der weiten, ovalen Oeffnung an der Hinterseite des *occipitale laterale* mündet. Der mediane Theil nun des *sulcus* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *h*), der wie der äussere gegen den *canalis ossis quadrati* hinzieht und nach vorne durch die Paukenhöhlenschleimhaut von der Paukenhöhle abgetrennt ist, ist besonders wichtig. Er ist elliptisch (Taf. XXXIII, Fig. 11 *k*), die Basis medianwärts, die Spitze lateralwärts gegen die eben erwähnte Oeffnung des *canalis vasorum* gewandt, der hinter ihm abwärts geht. Derselbe führt nach hinten von der Hinterfläche der Labyrinthkapsel gegen den medianen Theil des *recessus*, der durch das *foramen jugulare*

in die Schädelhöhle und andererseits an der Labyrinthhinterfläche durch das dort befindliche *foramen rotundum* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *l*) *s. cochleare* in das Innere der Gehörkapsel geht. An dem medianen Ende der Hinterwand dieser Abtheilung des *recessus* befindet sich eine Oeffnung, die in einen schräg nach hinten abwärts das seitliche Hinterhauptsbein durchsetzenden Canal übergeht, der mit dem *foramen pro nervo faciali* auf bereits beschriebene Weise an der Hinterfläche des Schädels endet und medianwärts davon finden wir dann noch ein *foramen*, das in den schräg abwärts nach hinten gehenden *canalis caroticus* führt, das *foramen carotideum internum*.

Betrachten wir nun nach dieser Darstellung der mannigfaltigen Oeffnungen, die im *recessus scalae tympani* sich finden, diejenigen Theile, die durch dieselben hindurchtreten und wenigstens zum grössten Theile zur Paukenhöhle, oder besser gesagt, zur Paukenhöhlenschleimhaut in Beziehung treten. Die mediane Schädelhöhlenöffnung desselben, das spaltförmige *foramen jugulare*, wird grösstentheils durch die *vena jugularis interna* ausgefüllt, oberhalb welcher dann der mit dem *glossopharyngeus* vereinigte *vagus* (Taf. XXXIII, Fig. 9 *e*) die Schädelhöhle verlässt. Beide laufen nach hinten abwärts in dem für sie bestimmten Canal, um in der grossen, ovalen Oeffnung an der Hinterseite des Schädels lateralwärts vom *accessorius* (Taf. XXXIII, Fig. 7 *k*) und lateralwärts vom *hypoglossus* zum Vorschein zu kommen (Taf. XXXIII, Fig. 7 *i*). Erst dann lässt sich der *glossopharyngeus* vom *vagus* als ein vor demselben gelegener Nerv trennen. Diese Nerven haben nun ebenso wenig wie der *nervus hypoglossus* und *accessorius* (Taf. XXXIII, Fig. 9 *b* u. *c*), die ja ausser dem Bereiche des *recessus scalae* das *occipitale laterale* selbständig durchbohrten, irgend welche Beziehungen zur Paukenhöhlenschleimhaut. Anders dagegen steht es mit dem lateralwärts von ihnen, den medianen Theil der Hinterwand des *recessus*, das seitliche Hinterhauptsbein durchbohrenden *facialis*, der ja somit nach aussen von ihnen (Taf. XXXIII, Fig. 7 *h*) an der Aussenfläche des Schädels zum Vorschein kommt und in einem, wenn auch wenig ausgedehnten, knöchernen *canalis Fallopiae* liegt. Nachdem derselbe vorne an der *apertura recessus cavi tympani* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *b*) in den Bereich der Paukenhöhle gekommen ist, verläuft er oberhalb derselben in dem *sulcus facialis*, bedeckt von der über den *sulcus* sich wegschlagenden Paukenhöhlenschleimhaut, der somit durch dieselbe zu einem *canalis facialis* umgewandelt wird, an der Aussenfläche der Gehörkapsel, nach hinten abwärts (Taf. XXXIII, Fig. 6 *c*) und tritt dann an der Grenze der Aussen- und Hinterfläche des Labyrinthes gegen die Hinterwand des *recessus scalae*, um sie lateral von *vagus* und *glossopharyngeus* zu durchbohren. Während er, bedeckt von der Paukenhöhlenschleimhaut, an der Aussenfläche der

Gehörkapsel nach hinten zieht, liegt er über dem in dem *recessus cavi tympani* gelagerten Ende der *columella.* Ausser diesen so eben genannten Nerven und Gefässen, die an der Hinterfläche des Schädels zum Vorschein kommen und von denen *glossopharyngeus*, *vagus* und *accessorius* Verbindungen eingehen, sehen wir noch weiter nach aussen Nerven und Gefässe gelagert und zwar den *sympathicus* mit dem *ganglion cervicale supremum* (Taf. XXXIII, Fig. 7 *f*) und dem *ramus tympanicus* (Taf. XXXIII, Fig. 7 *g*) *glossopharyngei* und einem Aste des *ramus tertius nervi trigemini* (Taf. XXXIII, Fig. 7 *e*) sammt der *jugularis externa* (Taf. XXXIII, Fig. 7 *b*). Der *ramus tympanicus,* der von dem *sympathicus* Fäden bekommt und somit an der Hinterfläche des Schädels eine Jacobson'sche Anastomose bildet, verläuft hinter dem *facialis* schräg nach oben und aussen zum Trigeminusaste, zur Oeffnung des *canalis ossis quadrati.* Die *jugularis,* die, wie schon Rathke bemerkt, hinter dem Schädel einen queren Verbindungsast zur *interna* (Taf. XXXIII, Fig. 7) abgiebt, liegt an der Innenseite des Unterkieferhakens (Taf. XXXIII, Fig. 7 *a*) und zieht nach vorne zu dem *canalis ossis quadrati,* der ausserdem noch, wie Rathke hervorgehoben, die *arteria temporalis* aufnimmt. Alle diese Theile nun, Jacobson'sche Anastomose mit dem Trigeminusaste, *jugularis externa* und *arteria temporalis,* laufen in dem Canal schräg nach oben vorne und innen und kommen medianwärts vom hinteren Theile des Trommelfelles, am lateralen Theile des *recessus scalae tympani* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *k*), an der Vereinigung der Hinterfläche und des Bodens der Paukenhöhle zum Vorschein, werden von einer Duplicatur der Paukenhöhlenschleimhaut umschlossen und ziehen an derselben in dem aufwärts führenden *sulcus* in die Höhe, laufen dann unter dem Dache (Taf. XXXI, Fig. 3 *g*) in der Schleimhautduplicatur über die *columella* nach vorne innen und abwärts gegen die im medianen Theile der Vorderwand (Taf. XXXI, Fig. 4 *k*) befindliche Oeffnung, die schräg abwärts nach vorne in der Hinterwand des *canalis trigemini* endet. Ob nun, wie mir höchst wahrscheinlich, die Gefässe, *jugularis externa* und *temporalis,* in dem äusseren Theile des *recessus scalae* in den *canalis vasorum* und die dahin führende Furche (Taf. XXXIII, Fig. 6 *i*) Zweige abgeben, vermag ich nicht mit aller Bestimmtheit zu behaupten. Was dann die *carotis interna* betrifft, so verläuft dieselbe in dem für sie bestimmten *canalis caroticus* nach oben und vorne, tritt unter dem medianen Theile des *recessus scalae* an den Boden der Paukenhöhle und verläuft hier, wie Stannius hervorhebt, unter der Schleimhaut derselben von einem Aste des *sympathicus* begleitet, an der Aussenseite der Spitze der Labyrinthpyramide nach vorne, um dann vor derselben gegen die *sella turcica* (Taf. XXXIII, Fig. 8 *n*) zu verlaufen und sich an dem Gehirne auszubreiten.

Habe ich nun so die Paukenhöhle mit allen ihren complicirten Annexa, so weit mir das bei der Spärlichkeit des Materiales möglich, geschildert, so habe ich nun noch die in derselben befindliche *columella* näher in Betracht zu ziehen. Dieselbe ist zuerst und richtig von Scarpa, Tab. V Fig. XI, dargestellt und ich betrachte sie als einen einfachen, stabförmigen Knochen (Taf. XXXIII, Fig. 11 *b*), dessen ein wenig verdicktes, äusseres Ende in der Mitte der *membrana tympani* (Taf. XXXI, Fig. 3 *f*) befestigt die trichterförmige Hervortreibung derselben bewirkt und welcher median abwärts und nach hinten verlaufend (Taf. XXXI, u. XXXIII, Fig. 3, 4, 11) mit seinem medianen Ende in dem *recessus cavi tympani* gelagert, hier eine elliptische, nahezu in der Sagittalebene (sie weicht hinten nur ein wenig lateralwärts) (Taf. XXXIII, Fig. 11 *l*) gelagerte Platte trägt, die sich in das gleichgestaltete *foramen vestibulare* einfügt. Ich kann mich sonach weder der Darstellung von Windischmann, noch der von Owen vollkommen anschliessen, die beide die *columella* aus einer knöchernen und einer äusseren, dreispitzigen Knorpelmasse bestehen lassen, von der Owen in seiner Schilderung bemerkt, dass sie als Repräsentant des Hammers anzusehen sei und die derselbe auch abbildet. Es wäre denkbar, dass sie durch eine dreieckige Schleimhautfalte getäuscht wären, die horizontal (Taf. XXXI, Fig. 4 *h*) nach innen vorspringend von der Mitte des hinteren Segmentes der *membrana tympani* ausgeht und sich an das laterale Ende der *columella* anheftet, eine Duplicatur, die hier und da, wie auch der äussere Theil der Paukenhöhlenschleimhaut, kleine Pigmentflecke zeigt. Ausser dieser finde ich dann noch eine zweite, viereckige (Taf. XXXI, Fig. 4 *i*), die von dem äusseren Theile der Hinterwand der Paukenhöhle nach vorne abwärts zum medianen Ende des äusseren Drittels der *columella* zieht und die möglicherweise zur Aufnahme des grössten Theiles der Ernährungsgefässe der *columella* bestimmt ist. Ob diese Falten irgend welche Muskelfasern einschliessen, vermag ich nicht zu sagen. Cuvier hat solche in der hinteren Falte entspringend angenommen. Ich habe einigen Grund, daran zu zweifeln.

Bevor ich mich nun zur Beschreibung der folgenden Abtheilung des Gehörapparates, der Gehörkapsel wende, möge es mir nach dieser Schilderung des mittleren Ohres der Crocodile gestattet sein, etwas näher auf die vergleichend anatomischen Verhältnisse desselben einzugehen, um so mehr, weil die Formdifferenzen zwischen den Schildkröten und Vögeln so bedeutend und andererseits auch die Formverhältnisse bei den Crocodilen so complicirte sind, dass es mehr als wünschenswerth nachzuweisen, dass die Unterschiede doch nur quantitative und dass die allgemeine Darstellung, die ich früher in der Arbeit über das Gehörorgan der Frösche über die in Frage kommenden Theile gegeben, nachdem

dieselben in dieser Classe erkannt, richtig. Wir beginnen zunächst wieder mit der eigentlichen Paukenhöhle.

Wie wir wissen, ist die Paukenhöhle in ihrer einfachsten Form, wie sie bei den Fröschen vorkommt, eine hinter dem *pterygoides* befindliche Ausstülpung der Rachenschleimhaut, die nach oben und aussen gegen das Trommelfell geht und vorzugsweise im Umfange des *quadratum* befindlich ist, das sich von oben hinten, nach unten vorne um dieselbe krümmt und an dessen Aussenseite in einem eigenen *annulus fibrosus* die *membrana tympani*, befestigt ist. Nur der äussere Theil der *columella* wird von ihr umkleidet, stülpt sich gleichsam von oben her in sie ein. Von der Aussenfläche der Labyrinthpyramide ist die Innenwand der membranösen Paukenhöhle getrennt, da das Kiefersuspensorium, namentlich durch den *processus squamosus prootici*, weit von der Gehörkapsel nach aussen gedrängt ist und der Raum, der später auftretende *recessus cavi tympani*, wird im Wesentlichen durch Muskeln ausgefüllt. Bei den Eidechsen sehen wir dann, dass das gegen das *squamosum* abgegliederte *quadratum* sich gleichzeitig mit demselben an die Spitze des *processus squamosus prootici s. tegmen tympani* anlegt, während dies bei den Fröschen allein mit dem *squamosum* der Fall und dass das *quadratum* sowohl nach innen, wie nach aussen in die Dicke gewachsen, einmal aussen dem Trommelfell zur Befestigung dient und zweitens medianwärts der Labyrinthaussenfläche genähert wird. Das hat dann zur Folge, dass die wie bei den Fröschen medianwärts von dem unteren Ende des *quadratum* und hinter dem *os pterygoideum* sich ausstülpende Rachenschleimhaut, die Paukenhöhle, deren Communication mit der Rachenhöhle hinter dem Flügelbeine wir ja als *tuba Eustachii* bezeichnen, sich bis zur Labyrinthaussenfläche ausdehnt und sich in die nach hinten unten gewandte Aushöhlung des hakenförmig gekrümmten *quadratum* hineinlegt. Auch hier erreicht dieselbe nach aussen das Trommelfell, das aber nicht länger wie bei den Fröschen von oben innen, nach unten und aussen steht, weil das untere Ende des Quadratbeines weiter nach aussen getrieben ist, als das obere, sondern mehr senkrecht von vorne aussen, nach hinten innen. So bekommt denn die Paukenhöhle, abgesehen von der wie bei den Fröschen unvollständigen, durch das *quadratum* gebildeten Vorderwand, die aber bei den Eidechsen ausgedehnter erscheint, in Folge der grossen Massenentwicklung des Knochens von aussen nach innen ein durch den *processus squamosus prootici s. tegmen tympani* gebildetes, vollständig knöchernes Dach, während der Boden sowohl wie die Hinterwand ausschliesslich aus Weichtheilen bestehen. Auch die *tuba* hat nur vorne das *pterygoides* als knöchernes Widerlager. Da wir nun sehen, dass das *quadratum* sich nicht direct mit dem Aussenrande des Labyrinthes verbindet, ebensowenig wie das

mit den Fröschen der Fall, und wir von den Batrachiern wissen, dass die Paukenhöhle sich ursprünglich an das *quadratum* hält und zwischen diesem Knochen und der Aussenwand der Gehörkapsel der Raum des *recessus cavi tympani* befindlich, so können wir bei den Eidechsen in Wirklichkeit die Paukenhöhle in ein eigentliches *cavum tympani* aussen, und einen *recessus cavi* innen theilen, von denen sich jenes so weit wie das Quadratbein ausdehnt, während letzterer zwischen der Innenwand des *quadratum* und der Aussenwand der Gehörkapsel befindlich ist. Das Homologon des *recessus cavi* bei den Fröschen ist also bei den *Lacerten* mit in den Bereich der Paukenhöhle gezogen. Zudem zeichnet sich derselbe bei diesen Thieren dadurch aus, dass er weiter wie die eigentliche Paukenhöhle erscheint und dass derselbe, da das *foramen ovale* schon ein wenig in die Tiefe gesunken, an dieser Stelle eine Einsenkung an der Labyrinthaussenfläche besitzt. Die *columella* ist bei dieser Ausdehnung der Ausstülpung der Rachenschleimhaut vollständig von derselben umhüllt und es hat den Anschein, als sei sie im Binnenraume des *cavum tympani* frei suspendirt, während sie sich doch nur von oben her tief in die Schleimhaut desselben eingestülpt.

Bei den Schildkröten und namentlich bei *Chelonia* sehen wir ähnliche Verhältnisse, immerhin aber weitere Fortschritte. Das noch weiter medianwärts gewachsene, unter dem *squamosum* befindliche *quadratum* verbindet sich nicht nur durch Hülfe des schon kleiner gewordenen *processus squamosus prootici* mit dem oberen Rande der Aussenfläche der Gehörkapsel, sondern auch mit dem oberen Theile des vorderen, und zugleich wächst das *os pterygoides* mit dem mit ihm verbundenen unteren Ende des *quadratum* von der Labyrinthkapsel so weit nach hinten, dass die hinter dem Flügelbeine und medianwärts vom *quadratum* mittelst der *tuba* sich ausstülpende Rachenschleimhaut sich nicht blos oben an den Schuppenfortsatz der Gehörkapsel und den oberen Theil des *quadratum*, sondern auch mit ihrer ganzen Vorderwand an das *quadratum* und mit ihrer Unterwand an das *pterygoides* innen, an das *quadratum* aussen anlegt, so dass die eigentliche im Bereiche des Quadratbeines befindliche Paukenhöhle, die nach aussen bis an das noch immer seine ursprüngliche Stellung einnehmende, aber nicht mehr ausschliesslich an das *quadratum*, sondern schon an die Nähte zwischen *quadratum*, *squamosum* und *quadratojugale* angeheftete Trommelfell anstösst, nicht blos ein knöchernes Dach, und eine knöcherne Vorderwand, sondern auch einen knöchernen Boden besitzt. Auch der dem *recessus* der Paukenhöhle der Frösche und Eidechsen homologe, weitere, mediane Raum, der im Bereiche des *foramen vestibulare* an der Aussenfläche der Labyrinthkapsel eine schon etwas tiefere Einziehung wie bei den Eidechsen besitzt, der namentlich oben vorne ausgedehnt ist, zeigt ebenfalls oben, vorne und

unten knöcherne Begrenzungen. Nur die Hinterwand dieser beiden Abtheilungen des *cavum tympani* wird wenigstens bei *Chelonia* ausschliesslich aus der Paukenhöhlenschleimhaut gebildet, allein bei *Emys* und noch mehr bei *Testudo* wird auch die Hinterwand der eigentlichen Paukenhöhle immer mehr knöchern, da sich hinten das *quadratum* beinahe zu einem vollständigen Ringe schliesst. Bei *Emys* sowohl, wie bei *Testudo* begiebt sich ferner die Paukenhöhlenschleimhaut in eine tiefe Höhle hinein, die sich medianwärts vom Trommelfelle im *quadratum* und *squamosum* findet. Das Trommelfell erscheint noch immer von Integument überlagert. Die *tuba* der Schildkröten ist, wie bei den Fröschen und Eidechsen, nur häutig und weit lateralwärts gelagert, da sich ja, wie ich das bei den Schlangen eines Weiteren auseinandergesetzt, die Ausstülpung der Rachenschleimhaut immer medianwärts von dem *quadratum,* hinter dem *pterygoides* befinden muss und letzterer Knochen, gerade wie es bei den Amphibien und den Eidechsen der Fall, das Quadratbein weit nach aussen drängt.

Wie stellt sich nun das Verhältniss bei den Crocodilen? Die Grunderscheinung, an die wir uns halten müssen, ist die, dass das *pterygoides* (Taf. XXXI, Fig. 5 *F*) ganz aus dem Bereiche derjenigen Knochen geschoben wird, die sich als knöcherne Wandungen der Paukenhöhle um die Ausstülpung der Rachenschleimhaut herumlegen und zwar geschieht dies durch das den Höhepunct seiner Entwicklung in der Wirbelthierreihe erreichende *os quadratum* (Taf. XXXI, Fig. 5 *H*). Dieses hat sich, unter dem *squamosum* (Taf. XXXI, Fig. 5 *D*) gelegen, mit diesem Knochen nicht blos weiter nach innen, sondern auch nach Bildung des Trommelfelles weiter nach aussen entwickelt und bildet somit, wie ich es bereits auseinandergesetzt, einen Vorbau vor demselben, in den sich das äussere Integument hineinstülpt, einen *meatus auditorius externus.* Das *quadratum* verbindet sich nun nicht blos mittelst eines *processus squamosus* mit der Schuppe und mittelst eines *processus tympanicus* innen mit der oberen und vorderen Kante der Aussenfläche der Gehörkapsel, an der ein *processus squamosus prootici s. tegmen tympani,* wie das bei der successiven Reduction, die derselbe in der Classe der Reptilien erfährt, nicht überraschen kann, kaum angedeutet ist, sondern es erstreckt sich auch nach unten medianwärts bis an das untere Ende der Labyrinthaussenfläche und den dort befindlichen oberen äusseren Rand des *occipitale basilare* und des *sphenobasilare posticum* (Taf. XXXI, Fig. 5 *A*, *G*). So wird der Aussenrand des *os pterygoideum,* der sonst die Verbindung mit dem *quadratum* vermittelte, aus der Verbindung mit der Innenfläche des unteren Theiles dieses Knochens und zwar wahrscheinlich durch die mächtig entwickelte Flügelkiefermuskulatur *(pterygoidei)* nach abwärts gedrängt und wir sehen denselben,

wie sonst an der Seitenfläche des *basisphenoidale* und *basioccipitale* entspringend, flügelförmig ab- und lateralwärts ragen und unter der Schädelbasis die *Choanen* schliessen. Durch dieses Verhalten des *quadratum* muss die Lage der Stelle, wo sich die Rachenschleimhaut gegen das Trommelfell ausstülpt, eine ganz veränderte werden. Dieselbe kann sich, wie wir wissen, nur medianwärts vom *quadratum,* hinter dem *pterygoides,* das übrigens hier, da es weit nach abwärts geschoben und von Muskeln dicht überlagert erscheint, unmöglich in Betracht kommen kann, bilden, da nur dort ein Raum erscheint und so ist es denn nur im Bereiche des hinteren Theiles der Schädelbasis, an dem sich das *quadratum* anfügt, medianwärts von demselben möglich, und da dieser Theil sehr schmal, die beiden *quadrata* also einander ausserordentlich genähert sind, so werden auch die beiden *tubae,* die den Beginn der Ausstülpung repräsentiren, nahe an einander gelagert sein und leicht in einer nachträglichen Einsenkung der Rachenschleimhaut hinter den *Choanen,* die ja von den *pterygoidei* gebildet werden, zu liegen kommen. Da nun dort die beiden Knochen, *basisphenoidale* und *occipitale basilare,* zusammenstossen, so würde sich die Ausstülpung, entsprechend deren Naht, nach oben aussen und medianwärts von der mächtigen Flügelkiefermuskulatur zum Trommelfell begeben und sich sackartig zum häutigen *cavum tympani* ausbreiten können und dabei ist es denn wohl nicht überraschend, dass die an der Vereinigung der beiden, den hinteren Theil der Schädelbasis constituirenden Knochen gelegenen Communicationsröhren mit dem Rachen, die *tubae* von ihnen umwachsen werden. So sehen wir denn bei diesen Thieren zum ersten Male eine knöcherne *tuba* auftreten und da die Ausstülpung sich immer zwischen dem ersten und zweiten Kiemenbogen, aus welchem letzteren sich ja die *columella* entwickelt, befindet, so ist es einmal nicht überraschend, dass bei den Fröschen die Paukenhöhle sich vor der *columella* gegen das Trommelfell begiebt und dass zweitens die *tuba* bei den höheren Wirbelthieren sich vor der Einfügung der *columella* an der Aussenfläche der Gehörkapsel und somit vor dieser in die Paukenhöhle öffnet, niemals dagegen hinten, und das ist im Gegensatze zu den Anschauungen Owen's ein weiterer Beweis für die Richtigkeit meiner Auffassung der *tuba* der Crocodile als einer einfachen, vor dem Labyrinthe endenden Röhre.

Statt des *pterygoides,* das bei den Schildkröten den Boden des *recessus cavi tympani* bildet, hat man sich nun bei den Crocodilen das *quadratum* zu denken, während die Hinterwand bei diesen Thieren noch immer durch Weichtheile, durch die Paukenhöhlenschleimhaut, gebildet wird, allein die Scheidung zwischen dem eigentlichen *cavum tympani* und dem *recessus* in der Weise, wie sie bei den Schildkröten noch existirt, ist bei den Crocodilen nicht durchführbar, und das geht ja schon

daraus hervor, dass das *quadratum*, an das sich die eigentliche Paukenhöhle hält, bis an die Aussenfläche der Gehörkapsel medianwärts gewachsen ist und sich so gut wie unmittelbar an dieselbe anlegt. Sie hat sich also mit diesem Knochen bis an die Labyrinthaussenfläche zu einem grossen Raume erweitert und als letzter Rest des *recessus cavi* existirt dann nur die Einsenkung desselben im Umfange des *foramen vestibulare* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *d*). Hatte nun aber schon bei den höheren Schildkröten (*Emys* und *Testudo*) die Paukenhöhle Nebenräume, so ist das auch hier bei den Crocodilen der Fall. Die eine, der der Schildkröten homolog, nimmt ihren Beginn unmittelbar nach innen vom Trommelfelle, am oberen hinteren Segmente desselben und höhlt das *squamosum* und *occipitale superius* aus, die andere dagegen findet sich an der Innenwand der Paukenhöhle hinten und oben und durchsetzt oberhalb der Labyrinthpyramide (Taf. XXXIII, Fig. 8) *occipitale superius* und *parietale* und öffnet sich in die der anderen Seite. Das ist dadurch möglich, dass sich, wie wir das schon bei den Schildkröten und im hohen Grade namentlich bei *Testudo* sahen, oberhalb der Oberfläche der Gehörkapsel das *parietale* und *occipitale superius* mit ihren lateralen, unteren Rändern und das *squamosum* mit seinem inneren Rande einander immer mehr nähern, um sich dann bei *Testudo*, wie bei den Crocodilen vollkommen zu berühren. Gleichzeitig aber werden nun die Knochen bei diesen Thieren beträchtlich dicker und dann mit dem *occipitale laterale* vom oberen inneren Theile der Paukenhöhle her ausgehöhlt. Durch diese oberhalb der Ohrkapsel, unter dem *parietale* und *occipitale superius*, die an der Schädeloberfläche mit dem *squamosum* verbunden sind, befindliche Aushöhlung werden beide Knochen aus ihrer Verbindung mit dem Labyrinthe nahezu gelöst und das ist ausserordentlich interessant, weil wir wissen, dass, wie ich das früher in der Arbeit über das Gehörorgan der Frösche ausführlicher erörtert, bei den Vögeln, den Säugern und den Menschen das *squamosum*, *occipitale superius* und *parietale* ganz aus dem Bereiche derselben fallen. Ebenso interessant ist die hinter dem Trommelfelle befindliche Oeffnung der Aushöhlung des *squamosum*. Durch dieselbe wird oben, im Bereiche des äusseren Theiles der Paukenhöhle in dem ringförmigen *quadratum* eine Lücke geschaffen, in der das *squamosum* zum Vorschein kommt und zum ersten Male auf kleiner Strecke das Dach der Paukenhöhle bildet und das ist wesentlich, weil wir damit zu den Verhältnissen der Vögel geleitet werden. Es ist die erste Andeutung einer ausgedehnten Theilnahme des *squamosum* an der Bildung des *cavum tympani*, wie wir sie bei den höchsten Wirbelthieren bis zu den Menschen empor finden. Denkt man sich diese Lücke nach hinten abwärts grösser geworden, so wird ja das *quadratum* immer weiter nach vorne gedrängt, hinten aus seinen Verbindungen mit dem *squamosum* und dem *occipitale laterale* gelöst und diese

Knochen müssen nun, wie sie es in der That thun, an der Stelle des Quadratbeines oben und hinten die Begrenzung der Paukenhöhle bilden. Denkt man sich aber nicht blos das *quadratum* von hinten nach vorne, sondern auch von innen nach aussen reducirt, so würde sich ja auch die Verbindung mit den Knochen der Schädelbasis lösen und der Knochen aufhören, den Boden der Paukenhöhle zu bilden und auch das ist bei den Vögeln der Fall, nachdem schon bei den Crocodilen das *pterygoides* ganz ausser Betracht kam, das in seinen alten Beziehungen zur Flügelkiefermuskulatur und den neuen, die Umgrenzung der *Choanen* beharrt. Statt dessen wächst das *sphenobasilare* als der zunächst befindliche Knochen, der das *occipitale basilare* durch sein Wachsthum nach hinten aus den Bereich der Gehörkapsel und der Paukenhöhle gedrängt hat, nach aussen und umschliesst dann naturgemäss ausschliesslich den Beginn der Ausstülpung der Rachenschleimhaut, die *tubae,* die sich an ähnlicher Stelle wie bei den Crocodilen befinden, und bildet unten den Boden der Paukenhöhle. So sehen wir denn, wie bei den niederen Vögeln nur mehr die Vorderwand der Paukenhöhle durch das *quadratum* gebildet wird, während bei den höheren Vögeln auch dieses ausscheidet und an die Stelle desselben das *sphenobasilare*, oder bei Menschen und Säugern das *os tympanicum* tritt, das sich dann wieder mit dem ein wenig deutlicher zum Vorschein kommenden *processus squamosus* der Gehörkapsel, dem *tegmen tympani,* verbindet, wie es das *quadratum* bei den niederen Formen that. Die Einsenkung im Bereiche des *foramen ovale*, der Rest des *recessus cavi,* ist bei den Vögeln auch beträchtlich tiefer geworden, um dann, wie wir wissen, bei den Säugern und den Menschen sich wieder zu erweitern und zu verflachen und an der Innenwand der Paukenhöhle bis auf die unbedeutende Nische im Bereiche des *foramen ovale* mit allen bei den Vögeln darin befindlichen Theilen *(foramen rotundum)* sichtbar zu werden. Was ferner die bei den Crocodilen noch grösstentheils häutige Hinterwand des *cavum tympani* betrifft, so ist dieselbe bis auf die sogenannte *membrana tympani secundaria,* die bei den niederen Vögeln mit offenem *foramen rotundum* die Hinterwand des *recessus cavi tympani* mit bilden hilft, durch das *occipitale laterale* ersetzt, während dagegen bei den höheren Vögeln, den Säugern und den Menschen das mit dem *opistoticum* vereinigte seitliche Hinterhauptsbein, die *pars mastoidea ossis petrosi*, ausschliesslich die Hinterwand bildet und die *membrana tympani secundaria* entweder im *recessus cavi,* oder wie bei Menschen und Säugern wegen der Reduction des *recessus* auf den Umfang des *foramen ovale* an der Paukenhöhleninnenwand das *foramen rotundum s. cochleare* deckt.

Dies wäre das, was ich mit Bezug auf die Paukenhöhle und die *tuba Eustachii* den allgemeinen vergleichend anatomischen Bemerkungen, die

ich in meiner Arbeit über das Gehörorgan der Frösche niedergelegt, ergänzend hinzufügen möchte. Betrachten wir jetzt in gleicher Weise den *recessus scalae tympani,* so wissen wir ja, dass derselbe zuerst bei den Schlangen deutlich nachweisbar dadurch sich geltend macht, dass das *occipitale laterale* von der hinteren Begrenzung des *foramen jugulare* angefangen, hinter der Gehörkapsel ein wenig lateralwärts in die Breite wächst und dadurch mit der Hinterwand des Labyrinthes einen kurzen Canal bildet, in den von vorne her das *foramen rotundum,* von innen her das *foramen jugulare* allenfalls mit dem *foramen glossopharyngei* mündet und der an der Schädelhinterfläche sich öffnet und ausser dem *glossopharyngeus* und der *jugularis posterior s. interna* wahrscheinlich auch den *saccus perilymphaticus* enthält. Der *recessus* ist aber immer noch so wenig ausgebildet, dass seine Vorderwand nur von dem medianen Theile der hinteren Fläche der Gehörkapsel gebildet wird, während dann bei den Eidechsen durch das weitere Wachsthum nach aussen die ganze Hinterfläche von dem *occipitale laterale* bedeckt wird und somit wird das äussere Ende des *recessus scalae tympani* an den inneren, hinteren Theil des *recessus cavi* anstossen und durch dessen Schleimhaut von dem Binnenraume desselben abgeschlossen werden. Ebenso zeigt sich auch das Verhalten bei *Chelonia,* nur mit dem Unterschiede, dass jetzt auch der *vagus* in den Bereich des *recessus* zu liegen kommt. Bei *Emys* und bei *Testudo* sehen wir dagegen das *occipitale laterale* und somit den *recessus* über den Bereich der Ohrkapsel noch weiter nach aussen, also hinter den *recessus cavi tympani* gewachsen, jedoch finden wir, dass derselbe sich nur hinter der medianen Hälfte der Hinterwand, die durch die Paukenhöhlenschleimhaut gebildet wird, ausdehnt und während, soweit ich gesehen, keine weiteren Theile zu den bisher aufgeführten in dem Raume zu liegen kommen, so durchbohren jetzt *vagus* und *glossopharyngeus* getrennt die knöcherne Hinterwand des *recessus scalae tympani,* das seitliche Hinterhauptsbein. Existirt nun selbst bei den am höchsten stehenden Schildkröten, den *Testudines,* immer noch ein Raum zwischen dem *quadratum,* das die eigentliche Paukenhöhle umschliesst und dem lateralen Ende des seitlichen Hinterhauptsbeines und somit des *recessus scalae,* der durch die äussere Hälfte der Schleimhauthinterwand des *recessus cavi tympani* ausgefüllt wird, über welche dann die in demselben gelagerten Gefässe und Nerven *(facialis)* wegziehen können, worauf ich alsbald wieder zu sprechen komme, so sehen wir dagegen bei den Crocodilen auch über diesen Rest des Raumes zwischen seitlichem Hinterhauptsbeine, somit dem *recessus scalae* und dem *quadratum,* das *occipitale laterale* mit dem *recessus scalae* sich erstrecken, an das Kiefersuspensorium anstossen und diejenigen Theile aufnehmen, die hinter der

Paukenhöhlenschleimhaut wegziehen, also *jugularis externa, arteria temporalis, nervus facialis*, der Ast des *trigeminus* mit dem *ramus tympanicus glossopharyngei*, die dann mehr oder minder von einander getrennt bis medianwärts von dem *quadratum (canalis ossis quadrati)* das seitliche Hinterhauptsbein durchsetzen. Ja nicht blos an das *quadratum* stösst das *occipitale laterale*, sondern auch nach oben an das *squamosum* und dies Verhalten ist deswegen so ausserordentlich interessant, weil ja von den Vögeln angefangen eine solche Verbindung vorhanden, die bei dem grössten Theile der Reptilien und den Fröschen fehlt. Der *recessus scalae* hat nun somit bei den Crocodilen eine Ausdehnung gewonnen, die sich vom *foramen jugulare* an der Schädelhöhlenseitenwand angefangen, über die ganze ausgedehnte Hinterwand der Paukenhöhle bis zum Trommelfelle erstreckt und damit ist der Höhepunct der Entwicklung erreicht. Die Ausdehnung erscheint überraschend und dennoch ist nichts Wunderbares darin, sondern es ist eine natürliche Consequenz des Verhaltens der Theile, die den *recessus scalae tympani* erfüllen, ebenso wie es auch die Verkleinerung des Raumes bei den Vögeln ist. Bei diesen Thieren rücken die bei den Crocodilen lateralwärts in demselben gelagerten Gefässe und Nerven aus alsbald auseinander zu setzenden Gründen weiter medianwärts gegen die Aussenfläche der Gehörkapsel, gegen den *facialis* und kommen demnach mit diesem ausserhalb des Schädels zum Vorschein. Somit würde der grössere, äussere Theil des *recessus scalae* leer sein, wenn sich nicht die Paukenhöhlenschleimhaut, die ja bei den Crocodilen die Vorderwand des lateralen Theiles des *recessus scalae* bildet, an die Hinterwand desselben, das seitliche Hinterhauptsbein anlegte und dieses somit in den Bereich des *cavum tympani* zöge. Demnach wird der *recessus scalae* von aussen nach innen und zwar bis an die hintere Kante der Aussenfläche der Ohrkapsel reducirt und somit wäre dann der *recessus scalae* auf die Hinterwand der Gehörkapsel und auf das an dem vorderen Theile desselben befindliche *foramen rotundum* beschränkt und das ist in der That bei den niederen Vögeln der Fall, wenn wir noch hinzusetzen, dass nicht blos von aussen nach innen, sondern auch von innen nach aussen, vom *foramen jugulare* längs der Hinterfläche der Ohrkapsel der *recessus scalae* bis zum Umfange des *foramen rotundum* und der anliegenden *jugularis posterior s. interna* eingeengt wird und zwar dadurch, dass rings um *vagus* und *glossopharyngeus*, respective *facialis*, die ja im *recessus* liegen, das *occipitale laterale* mit dem *opistoticum* verschmilzt, so dass diese Nerven hinter der Ohrkapsel in eigenen Knochenröhren des seitlichen Hinterhauptsbeines peripherisch weiter verlaufen. Schliesslich sehen wir bei den höheren Vögeln, den Menschen und Säugern den *recessus scalae* noch dadurch weiter reducirt, respective verschwinden, dass auch um die *jugularis opistoticum* und

occipitale laterale verwachsen, so dass der *recessus scalae* nur auf den Umfang des *foramen rotundum* beschränkt ist. Bei den höheren Vögeln und den Säugern verschwindet derselbe aber dadurch, dass sich die immer seine Vorderaussenwand bildende Paukenhöhlenschleimhaut wegen einer Drehung, die, wie wir wissen, das *foramen rotundum* nach vorne aussen erfährt, über dasselbe als *membrana tympani secundaria* weglegt und es verschliesst, so dass, wie bei den niederen Vögeln, zwischen derselben und dem runden Fenster, kein Raum mehr bleibt, der als *recessus scalae* in Anspruch genommen werden könnte, wie ich das früher bereits ausführlich auseinandergesetzt.

Ich deutete schon vorhin auf Beziehungen zwischen Gefässen, Nerven und dem *recessus scalae tympani* hin, habe auch bereits bei den Crocodilen, wenn auch nicht endgültig feststehend und allseitig genügend, was nur bei reichlicherem Untersuchungsmaterial möglich, eine Schilderung des Verhaltens der Gefässe und Nerven des mittleren Ohres versucht und ich will es jetzt wagen, diese Kenntnisse vergleichend anatomisch zu verwerthen. Es soll das eben nur ein Versuch sein und als solchen, als eine Anregung zu weiteren Studien auf diesem interessanten Gebiete, möge man ihn betrachten. Keiner vermag mehr wie ich zu erkennen, wie grosse Lücken die folgende Darstellung hat, wie vielfach schwankend die Stützen des Gebäudes sind, möge man daher Nachsicht üben und mögen kommende Forscher, die Besseres und Gesicherteres zu bieten vermögen, nicht allzu hart urtheilen, wenn Manches sich als nicht ganz richtig herausstellen sollte. Es soll ja nur der Weg angedeutet werden, auf dem fortgeschritten werden muss.

Bei den Batrachiern sehen wir über die *columella* einen Ast des *trigeminus*, den *petrosus superficialis minor*, verlaufen, der vielleicht mit einem Aste des *facialis* anastomosirt und hinter der Paukenhöhle mit dem *glossopharyngeus* und dem *sympathicus* die Jacobson'sche Anastomose bildet. Gleichzeitig mit diesem Aste, den ich übrigens schon bei den *Perennibranchiaten* in Andeutungen gesehen, ziehen wie bei *Siredon* nach vorne zur Trigeminusöffnung Gefässe. Diese Theile liegen bei den Fröschen ausserhalb des Bereiches der Paukenhöhle oben und medianwärts von derselben in dem Homologon des *recessus cavi tympani*, dem Raume zwischen Aussenfläche der Gehörkapsel und Innenwand der Paukenhöhle. Bei den Eidechsen ist dasselbe der Fall, nur sehen wir, dass bei diesen Thieren, bei denen der *recessus cavi* bereits im Bereiche der Paukenhöhlenschleimhaut liegt, der Ast des *trigeminus*, der sich wohl mit dem zur Temporalgrube emporsteigenden Aste des *facialis* verbindet, unter dem *processus squamosus* der Gehörkapsel über die Schleimhaut des *recessus cavi* weg zur Hinterwand desselben sich begiebt, um dort mit Hülfe des *glossopharyngeus* und des *sympathicus* die Jacobson'sche

Anastomose zu bilden. Bei den Schildkröten und zunächst bei *Chelonia* sehen wir dann, da bei diesen Thieren der *recessus cavi* vorne eine knöcherne Wandung bekommt, wie diese am unteren Ende, am Uebergange zum knöchernen, vom *pterygoides* gebildeten Boden von dem Trigeminusaste, dem kleinen *petrosus superficialis* und der *jugularis externa* durchbrochen wird, von denen dann der Nerv unter dem Dache des *recessus* über der *columella* nach hinten verläuft und dort an der Hinterwand die Jacobson'sche Anastomose bildet, während die Vene wohl am Boden auswärts ziehend in einen Canal tritt, der an der Innenseite der Basis des Gelenktheiles des *quadratum (canalis ossis quadrati)* mündet. Dieser Canal, finde ich, fehlt sowohl *Emys* wie *Testudo* und vielleicht begeben sich bei ihnen die Gefässe mit dem Aste des *trigeminus* unter dem Dache des *recessus* und oberhalb der Schleimhaut desselben an die Hinterwand, um dann, wie bei *Chelonia,* weiter zu verlaufen. Dann wäre auch das Verhalten bei den Crocodilen erklärlich, bei denen der Canal des *quadratum,* der ausserdem auch durch das seitliche Hinterhauptsbein gebildet wird, und der den *petrosus superficialis minor* und den mit ihm verbundenen *ramus tympanicus glossopharyngei*, die *jugularis externa* und die *arteria temporalis* aufnimmt, wieder vorhanden, die unter dem Dache der Paukenhöhle über die *columella* und oberhalb der Schleimhaut des *cavum tympani* nach vorne verlaufen und theilweise in die schon bei den Schildkröten gebildete Oeffnung an der Vorderwand der Paukenhöhle gegen das *foramen trigemini* zu verlaufen. So sehen wir denn wie bei den Amphibien und Reptilien die Jacobson'sche Anastomose hinter der Paukenhöhlenschleimhaut, sei es an der Hinterwand des *recessus cavi*, sei es an der der Paukenhöhle selber gebildet wird und dass das Product derselben, das Homologon des *petrosus superficialis minor* der Menschen über die *columella,* oberhalb der Schleimhaut des *cavum tympani* entweder einfach, wie bei den Amphibien, an die Vorderwand gegen den *trigeminus* zieht und vielleicht mit dem *facialis* anastomosirt, oder entweder die Vorderwand allein, wie bei den Schildkröten, oder wie bei den Crocodilen mit den Gefässen auch die Hinterwand im *canalis ossis quadrati* durchbricht, um dabei überhaupt von hinten und aussen nach vorne und innen zu verlaufen. Bei allen diesen Thieren wie wir das namentlich bei den Crocodilen sehen, ist wegen der Ausdehnung des *quadratum* auch das *cavum tympani* mit dem *recessus* von innen nach aussen ausserordentlich ausgedehnt, allein in demselben Augenblicke, wo wir dieselbe sich wegen der Veränderungen, die mit dem *quadratum* bei den Vögeln vor sich gehen, verengen sehen und das geschieht von aussen nach innen, muss die Lage des aus der Jacobson'schen Anastomose sich entwickelnden Nerven und dieser selbst sich verändern und nach innen rücken und so kann es nicht überraschen,

dass wir ihn mit dem *nervus facialis* zusammen oberhalb des *foramen vestibulare*, gegen die Austrittsstelle desselben an der Schädelbasis verlaufen finden. Demnach ist der Nerv dem *glossopharyngeus* ausserordentlich genähert und derselbe wird somit nicht wie bei den niederen Thieren den *ramus tympanicus* hinter die Paukenhöhle weg nach aussen zu schicken brauchen, sondern kann den *petrosus superficialis minor* dadurch erreichen, dass er wie auch der *sympathicus* seinen Ast aufwärts in den *canalis Fallopiae* schickt. So sehen wir denn die Jacobson'sche Anastomose nicht länger im Bereiche der hinteren Paukenhöhlenwand, sondern im Facialcanal oder am *foramen stylomastoideum* liegen. Anders dagegen das Verhalten des *petrosus superficialis minor* und der Jacobson'schen Anastomose bei den Säugern und den Menschen, bei denen ja dieselben im Bereiche der Paukenhöhle an der knöchernen Innenwand, bekleidet von der Schleimhaut derselben und vor dem *foramen ovale* gelagert sind. Der Grund davon möchte unter anderem vor allem in der mächtigen Entwicklung der *vena jugularis posterior s. interna* zu suchen sein, die sich zwischen die Durchtrittsstellen des *vagus*, *glossopharyngeus* und des *facialis*, dem *foramen stylomastoideum* legt und so sehen wir denn, da bei den Säugern und Menschen der Boden der Paukenhöhle, an dessen Innenwand der *petrosus superficialis minor* etwas unterhalb des knöchern verschlossenen *canalis Fallopiae* auch bei ihnen gelagert ist, der Durchtrittsstelle des *glossopharyngeus* sehr genähert, so dass der *ramus tympanicus*, um auf dem kürzesten Wege den *petrosus* und die sympathischen Fäden zu erreichen, den Boden derselben durchbricht und somit statt auf weitem Umwege um die *jugularis* herum das *foramen stylomastoideum* und somit den *canalis facialis* zu erreichen, die Jacobson'sche Anastomose an der knöchernen Innenwand der Paukenhöhle bildet.

Was nun den Stamm des *facialis* betrifft, so haben wir ja bei den Amphibien gesehen, dass er entweder, wie bei den *Batrachiern*, durch das *foramen trigemini* tritt, oder, wie bei *Siredon*, an der Vorderwand des *vestibulum* von innen nach aussen die Labyrinthkapsel durchsetzt, um dann in seine Zweige zu zerfallen, von denen vielleicht einer zum Trigeminusaste, dem *petrosus minor*, zieht. Bei den Fröschen finden sich seine Hauptäste jedenfalls vor der Paukenhöhle. Bei den Schlangen sehen wir dann bereits, nachdem der *facialis* den von innen nach aussen das *prooticum* vor dem *vestibulum* durchsetzenden Canal verlassen, einen starken Ast über das innere Drittel der *columella* nach hinten sich erstrecken und bei den Eidechsen findet nach Leydig[1]) dasselbe statt, nur dass wir hier in dem *sulcus canalis Fallopiae*, oberhalb des *foramen*

1) Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. 1872.

vestibulare an der Aussenfläche der Gehörkapsel ein starkes Gefäss, von der Paukenhöhlenschleimhaut bedeckt, gelagert finden, welches wohl bei den Schlangen mit dem *facialis* über das Gehörknöchelchen zieht. Bei den Crocodilen finden wir dann den *facialis* mit diesem Gefässe bedeckt von der Schleimhaut der Paukenhöhle, oberhalb der *apertura recessus cavi* und somit des *foramen ovale* in dem *sulcus canalis Fallopiae* ziehen und so biegt derselbe *(genu)*, nachdem er den von innen nach aussen das *prooticum* vor dem Vorhof durchsetzenden *canalis Fallopiae* verlassen, rechtwinklig nach hinten abwärts, kommt dann in dem *recessus scalae* zu liegen und durchsetzt jetzt die Hinterwand desselben, das seitliche Hinterhauptsbein, um an der Hinterfläche des Schädels zum Vorschein zu kommen. Diese canalartige Durchbohrung ist die erste Andeutung eines *canalis stylomastoideus*, des unteren, absteigenden Theiles des *canalis facialis* der Säuger und des Menschen. Somit hat der *canalis facialis* drei Abtheilungen, den von innen nach aussen durch das *prooticum*, vor dem *vestibulum* ziehenden, knöchernen Canal, den durch die Paukenhöhlenschleimhaut zu einem Canale vervollständigten, von der äusseren Oeffnung der ersten Abtheilung von vorne nach hinten über das *foramen ovale* verlaufenden *sulcus canalis Fallopiae*, der bei den Crocodilen tiefer als bei den Eidechsen und Schildkröten ist und endlich die abwärts nach hinten verlaufende, das seitliche Hinterhauptsbein durchsetzende Fortsetzung, den knöchernen *canalis stylomastoideus*. Bei den Vögeln ist das Verhalten dasselbe, nur dass der *sulcus canalis* noch tiefer erscheint, da der Canal ja auch den *petrosus superficialis minor* den *ramus tympanicus* und die *chorda tympani* aufnimmt, und dass der *canalis stylomastoideus*, die dritte Abtheilung, ausgedehnter. Bei den Säugern und den Menschen ist dann ein wesentlicher Unterschied der, dass der *facialis* vollkommen knöchern umschlossen wird und das geschieht im Bereiche des *sulcus canalis Fallopiae*, oberhalb des *foramen vestibulare* durch das Auftreten einer umhüllenden Knochenmasse. Somit wird der Antlitznerv vollkommen von der Paukenhöhle und deren Schleimhaut abgetrennt, zugleich wird aber damit auch der *petrosus minor* von ihm nach unten abgeschieden. Er läuft im Uebrigen auch hier an dem *vestibulum* vor demselben, dann nach aussen oberhalb des *foramen ovale* nach hinten abwärts und durchbricht die vom *occipitale laterale* abgetrennte, mit dem *opistoticum* verbundene, äussere Partie, die *pars mastoidea*. Der mittlere, an der Aussenfläche der Labyrinthkapsel gelegene Theil des *canalis* ist also der letzte, der in der Thierreihe knöchern verschlossen erscheint und seine Vollendung erreicht, und die Ursache der innigen Anlagerung der Nerven an die Innenwand der Paukenhöhle, der Aussenwand der Gehörkapsel, liegt in dem immer mehr zunehmenden Engerwerden der Paukenhöhle von aussen nach innen.

Dann möchte ich noch mit einigen Worten der *carotis interna* gedenken. Bei den Amphibien sehen wir dieselbe, nachdem sie unten und ein wenig nach aussen von der Spitze der Labyrinthpyramide, bedeckt von der Schleimhaut des Rachens und an dem *parasphenoidale* gelegen, weggezogen, gegen das *foramen carotideum,* vor der Gehörkapsel verlaufen und sich in die Schädelhöhle begeben. Bei den Eidechsen ist, wie CLASON geschildert, etwas Aehnliches der Fall, insofern die *carotis interna* durch den im *sphenobasilare* befindlichen *canalis vidianus* gegen das *foramen trigemini* geht. Dagegen treffen wir, von den Schildkröten angefangen, ein Verhalten, das für die Betrachtung der Verhältnisse bei den höheren Wirbelthieren von Wichtigkeit. Die *carotis* tritt an den medianen Theil der hinteren Kante des *pterygoides*, durchsetzt dieses nach aussen von der Spitze der Labyrinthpyramide verlaufend nach vorne und innen, um an der *sella turcica* zu enden. Da bei den Crocodilen das *pterygoides* von dem *occipitale laterale* überdeckt wird, so tritt die *carotis* wieder unter der Austrittsstelle des *vagus* und *glossopharyngeus* an die Hinterfläche des seitlichen Hinterhauptsbeines, verläuft in einem von ihm und der Aussenfläche der Spitze der Gehörkapsel nach oben medianwärts gehenden, am Boden der Paukenhöhle befindlichen Canal, der dann, wie bei den Schildkröten, nach einer Krümmung vor und medianwärts von der Gehörkapsel an der *sella* in die Schädelhöhle tritt und zwar begleitet von *sympathicus*-Aesten. Bei den Vögeln, bei denen wegen der Entfaltung des Gehirns der untere Theil des *occipitale laterale* nicht nach hinten, sondern mit dem anschliessenden Theile des lateralwärts gewachsenen *sphenobasilare* abwärts sieht, sehen wir demgemäss die *carotis interna* nicht unter, sondern vor den Oeffnungen für die *vagus*-Gruppe, nach aussen von der Spitze der Labyrinthpyramide aufwärts und nach vorne und innen verlaufen, so dass der Canal in dem grössten Theile seines Verlaufes vor und medianwärts von der Gehörkapsel zu liegen kommt und in der Schädelhöhle endet, während es bei den übrigen Thieren nur mit dem vorderen inneren Theile der Fall war und das ist wichtig, da ja bei den Säugern und Menschen der *canalis caroticus* dieses Verhalten während seines ganzen Verlaufes zeigt. Verlief er bei den Schildkröten und Crocodilen zum grössten Theile unter, oder am Boden der Paukenhöhle, so finden wir dagegen, dass derselbe bei den höheren Thieren mit seinem hinteren Ende immer mehr nach vorne rückt, so dass er bei den Vögeln nur in dem hinteren Theile seines Verlaufes, am Uebergange zur Innenwand dem Boden der Paukenhöhle ansteht, während das bei den Säugethieren nur auf einer kleinen Strecke, vorne an der Paukenhöhlenöffnung der *tuba* der Fall und so können nur hier die Zweige aus dem begleitenden *sympathicus,* die *carotico-tympanici* zum *ramus tympanicus glossopharyngei* und zum *petrosus superficialis*

minor treten und wir haben eine leidliche Erklärung dafür, dass die Jacobson'sche Anastomose sich vorne und unten von dem *foramen ovale*, an der Innenwand der Paukenhöhle, natürlich unter der Schleimhaut derselben, findet.

Jetzt bleibt mir noch übrig, den Gehörknöchelchenapparat, der bei den niederen Wirbelthieren als *columella* auftritt, vom vergleichend anatomischen Standpuncte aus etwas näher zu betrachten. Wir haben ja schon früher gesehen, dass dieselbe als ein modificirtes *hyomandibulare symplecticum*, des oberen Theiles des zweiten Kiemenbogens in der einfachsten Form bei den *Perennibranchiaten*, bei *Siredon*, sich geltend macht und wir haben seiner Zeit ausführlich das Verhältniss derselben zum Kiefersuspensorium und zum Trommelfelle betrachtet. Es erübrigt nun noch in kurzen Zügen die Umwandlungen darzustellen, die dieser Knochen in der Thierreihe erfährt. Bei *Siredon* aus drei Theilen, einer inneren knorpligen, mittleren knöchernen und äusseren bandartigen, bestehend, sehen wir dagegen bei den Fröschen auch den äusseren Theil in Knorpel umgewandelt. Bei den Schlangen, den Eidechsen, Schildkröten und Crocodilen finden wir dann, abgesehen von den Schwankungen, welche die Lage und Richtung, was uns hier nicht weiter interessirt, in Folge der Stellung des Trommelfelles und des *foramen vestibulare* erfährt und sich im Durchschnitte bis zu den Vögeln empor aus einer Richtung von hinten und aussen, nach innen und vorne in eine von vorne aussen, nach hinten innen gehende verwandelt, dass die *pars interna* und *media* mit einander verschmelzen und ossificiren und dass immer mehr von der *externa* in diesen Ossificationsprocess einbezogen wird, so dass wir bei den Schildkröten den überwiegendsten Theil mit Ausnahme desjenigen, der sich an das Trommelfell anheftet, ähnlich wie bei den Schlangen und Eidechsen, wenn auch im höheren Grade aus einer zusammenhängenden Knochenmasse bestehend finden, wozu dann noch kommt, dass bei den Crocodilen von hinten und oben her Duplicaturen der Paukenhöhlenschleimhaut an dieselbe herantreten, von denen es unentschieden, ob sie irgend welche Muskelfasern enthalten. Erst bei den Vögeln sehen wir nach den schönen Untersuchungen von Breschet[1]) aufs Neue eine Gliederung und zwar wie er es auf seiner Taf. II Fig. 6 von *Anas boschas* zeichnet, in drei Abtheilungen, von denen er die äussere als Hammer, die kleine mittlere, als Ambos, die grössere innere, als *stapes* bezeichnet und aus dieser Bezeichnungsweise geht hervor, dass er in diesen Theilen die Homologa derjenigen der Säuger und des Menschen sucht. Er verhehlt sich aber mit Bezug darauf

1) Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'audition chez les oiseaux.

keineswegs selber die vielfachen Schwierigkeiten, die ihm auch wieder bei der Beschreibung der accessorischen Muskeln aufstossen. Von diesen hat er mit Sicherheit nur einen nachgewiesen, der sich nach Art der Schleimhautfalte bei den Crocodilen von hinten entspringend an die *columella* anheftet.

Diese Dreitheilung der knöchernen *columella* der Vögel ist der letzte Anklang der Dreitheilung derselben bei den niederen Amphibien und es erreicht dieselbe damit und mit der Entwicklung eines in der Paukenhöhle befindlichen, an sie herantretenden Muskels und mit dem Auftreten besonderer Schleimhautfalten die höchste Stufe der Entwicklung. Sie findet nur, wie die Entwicklungsgeschichte in der neuesten Zeit uns gelehrt, ihr Homologon im *stapes*, die Schleimhautfalte dagegen, die bei den Crocodilen und Vögeln vorkommt, ihr Homologon in der *membrana obturatoria* des Steigbügels, der Muskel in dem *stapedius*, der ja auch von hinten seinen Ursprung nimmt, wenn er sich auch nicht, wie bei den Vögeln und möglicherweise auch schwach entwickelt bei den Crocodilen, in der Paukenhöhlenschleimhaut, sondern in einer eigenen Knochenkapsel befindet. Wir wissen ja, dass der *stapes* das einzige Gehörknöchelchen ist, das sich wie die *columella*, das Homologon des *hyomandibulare symplecticum*, aus dem oberen Theile des zweiten Kiemenbogens entwickelt und von den Vögeln angefangen bis zu den Säugethieren in scheinbar rückschreitender Metamorphose begriffen ist, da er aufhört, sich mit dem Trommelfell zu verbinden und nur als letzte Erinnerung an diese Verbindung das *Articulare* trägt, das als die verknöcherte *pars externa columellae*, als *symplecticum* anzusehen ist, während die Bügel des *stapes* der *pars media*, die Platte der *pars interna* analog. Es fragt sich dann aber, wo haben wir die Homologa des Hammers und des Amboses bei den niederen Thieren zu suchen, von denen wir ja wissen, dass dieselben sich als Theile des ersten Kiemenbogens aus dem Meckel'schen Knorpel entwickeln, aus dem ja das *palatoquadratum* und der Unterkiefer mit seinen Bestandtheilen entsteht. Haben wir etwa die Homologa im *squamosum, pterygoides*, oder im *quadratum* und dem *articulare maxillae inferioris* zu sehen? Das *squamosum* und *pterygoideum* scheiden aus, denn wir sehen beide allmälig mehr und mehr aus dem Bereiche der Paukenhöhle und der darin befindlichen *columella* gerückt und anderen Zwecken dienstbar, mit benachbarten Knochen neue Combinationen eingehen. Bleibt also das *quadratum* und *articulare*, oder die Annahme einer neuen Bildung aus dem oberen Theile des ersten Kiemenbogens, des Meckel'schen Knorpels, nachdem das *quadratum* und *articulare* in der Reihe der Säugethiere verschwunden. Letztere Annahme vertheidigte ich in meiner Arbeit über das Gehörorgan der Frösche und zwar auf die Beobachtung hin, dass wir in der Reihe der Vögel allmälig bis zu den Säugern sehen, wie das *quadratum* aus dem Bereiche der Paukenhöhle

nach aussen abgeschieden wird und dieser Umstand war der einzige, der mich abhielt, das Homologon des Amboses im *quadratum*, des Hammers im *articulare* zu suchen. Da wir nun aber aus der Entwicklungsgeschichte (Kölliker, Günther [1]) wissen, dass sich die Gehörknöchelchen ausserhalb des *cavum tympani* bilden und erst später gleichsam in dieselbe eingestülpt, besser von der Ausstülpung der Rachenschleimhaut umwachsen werden, so halte ich an der Homologie des *incus* und *malleus* mit dem *quadratum* und *articulare* fest. Auch sonst spricht Vieles dafür und dagegen, dass bei den Säugethieren und den Menschen das *quadratum* und das *articulare* verschwinden, einmal, dass diese Knochen bei den Vögeln noch immer in beträchtlicher Entwicklung vorhanden sind und die Unterschiede zwischen den Vögeln und Säugethieren doch nicht so bedeutend, um die Annahme des plötzlichen Verschwindens dieser Knochen überaus wahrscheinlich zu machen, dann aber auch, dass bei den niederen Amphibien und den Schlangen die *columella*, wie das *hyomandibulare* bei den Fischen, sich mit dem *quadratum* verbindet und das müsste nach den Principien der vergleichenden Anatomie wieder der Fall sein, wenn sich die Verbindung des Trommelfelles mit der *columella* löst. Das ist ja nun bei den Säugern und den Menschen in der That mit dem Homologon, dem *stapes-lenticulare*, der Fall und da tritt dann die Verbindung mit dem *quadratum*, *incus* und dem *articulare*, *malleus* in ihr Recht und diese, relativ kleiner als bei den übrigen Wirbelthieren, werden von der Ausstülpung der Rachenschleimhaut, der *mucosa* des *cavum tympani* umwachsen, stülpen sich in dieselbe hinein, nachdem sie früher als das *cavum tympani* gebildet, worauf auch schon die Existenz der *columella* vor Bildung einer Paukenhöhle bei den niederen Amphibien hinweist.

Kehren wir nun nach diesen vergleichend anatomischen Bemerkungen zum Gehörorgane der Crocodile zurück und betrachten wir zunächst das knöcherne Gehäuse des häutigen Labyrinthes, so treffen wir auch hier die Grundform der vierseitigen Pyramide (Taf. XXXIII, Fig. 8) mit nach oben gekehrter Basis, mit nach unten gewandter Spitze wieder, die zwischen dem *foramen trigemini* und *jugulare* gelagert ist und deren Längsaxe im Uebergange zu der des Vogelgehörorganes aus Gründen, die ich früher in der oft citirten Arbeit über das Gehörorgan der Frösche auseinandergesetzt, von oben aussen und ein wenig hinten, nach unten innen und ein wenig nach vorne steht. Diese den höchsten Wirbelthieren zukommende Stellung finden wir bei den Schildkröten zum ersten Male schwach ausgeprägt, während sie bei den anderen, je nachdem wir eine höher oder niedriger stehende Classe betrachten, bekanntermassen mehr oder weniger von oben vorne nach unten hinten, respective innen steht.

---

1) Beobachtungen über die Entwicklung des Gehörorganes.

Sahen wir nun schon bei den Eidechsen und noch mehr bei den Schildkröten, wie sich das *cavum cranii* über das Niveau der oberen Fläche der Gehörkapsel erhob, wovon bei den Schlangen kaum eine Andeutung vorhanden, ebenso wenig wie bei den Amphibien und Fischen, bei denen die Basis der Labyrinthpyramide entweder ganz, oder beinahe in der Ebene der Schädeloberfläche oder mindestens doch im Niveau des oberen Theiles des *cavum cranii* liegt, so finden wir, dass, wenn bei den Crocodilen der Schädelraum auch nicht weiter wie bei den Eidechsen und kaum so weit wie bei den Schildkröten, das Gehirn jedenfalls viel höher zwischen den Labyrinthpyramiden emporragt, als dieses bei jenen Thieren der Fall. Das bekundet ja ganz besonders die höhere Stellung, die die Crocodile einnehmen. Ferner sahen wir den der Schädelhöhle zugewandten Theil der Gehörkapsel, der bei den Fischen und Amphibien in der Flucht der Seitenwandung der Schädelhöhle liegt, bei den Schlangen weniger, bei den Eidechsen im oberen Theile schon mehr in das *cavum cranii* vorragen und das ist bei den Crocodilen (Taf. XXXI, Fig. 5) in einem noch höheren Grade der Fall und der Raum zwischen den oberen Theilen der beiden Gehörkapseln innerhalb der Schädelhöhle ist trotz der grösseren Breite, die derselbe bei den Schildkröten im Verhältniss zu den Eidechsen besitzt, relativ eben so eng als bei den *Lacerten* und von gleicher Form. Ist nun das Hineinragen in das *cavum cranii* und die Schmalheit des Raumes zwischen den Basen der Labyrinthpyramiden nicht so prägnant, bei den Schildkröten nicht einmal so ausgebildet, wie bei den Eidechsen, so spricht das nicht, trotzdem wir damit einen Anklang an die Verhältnisse bei den Vögeln bekommen, ohne Weiteres für eine höhere Stellung dieser Thiere gegenüber den Crocodilen, denn wir wissen ja, dass, bei den Batrachiern, abgesehen von allem anderen, das *cavum cranii* zwischen den Gehörkapseln eine relativ bedeutende Breite besitzt, wohl aber dafür, dass die Verwandtschaft der Crocodile mit den Eidechsen eine nähere, als die jener Thiere mit den Schildkröten. Weiterhin haben wir als eine Grunderscheinung früher gefunden, dass der untere Theil der Pyramide, die Spitze, die bei den niederen Wirbelthieren, den Knochenfischen, im Bereiche des *occipitale basilare* liegt, von da angefangen, immer mehr von diesem Knochen weg nach vorne rückt und zwar wie bei den Amphibien, bei denen das *occipitale basilare* auf einen unbedeutenden Knochen hinten reducirt ist, auf den Rest des Primordialkranium, der als Belegknochen das *parasphenoidale* besitzt. Bei den Schlangen, deren *basioccipitale* wiederum eine beträchtlichere Ausdehnung nach vorne zeigt und die ein wirkliches *sphenobasilare* haben, ruht dieselbe dann auf den vorderen Theil des ersteren Knochens, bei den Eidechsen dagegen schon auf der Naht zwischen den beiden Grundbeinen des Schädels und bei den Schildkröten

schon etwas mehr auf dem *basisphenoidale*, ohne jedoch das Grundbein des Hinterhauptes vollkommen zu verlassen. Bei den Crocodilen finden wir dagegen die Spitze gänzlich an dem *sphenobasilare* und zwar dem hinteren Theile desselben, gerade wie bei den Vögeln und diese ganze Erscheinung hing ja von der immer mehr zunehmenden Drehung des unteren Theiles der Labyrinthkapsel um die transverselle Axe nach vorne ab, eine Drehung, die vor allem von den Wachsthumsverhältnissen des Gehirnes bedingt war, denen die Wandungen des Schädelraumes, namentlich die Basis desselben, naturgemäss folgen muss, worauf ich bereits früher eines Weiteren eingegangen.

Ferner finden wir bei den Schlangen (die Verhältnisse bei den Amphibien habe ich bereits einer ausführlichen vergleichend anatomischen Betrachtung unterzogen) den grössten Theil der oberen Fläche der Gehörkapsel von dem *squamosum*, dem *occipitale superius* und *parietale* überlagert, die sich wenigstens bei *Python* mit ihren Rändern berührten. Dagegen sehen wir dieselbe bei den Eidechsen unbedeckt, aber das *parietale* und das *occipitale superius* medianwärts, das *squamosum*, abgesehen vom *quadratum*, lateralwärts an dieselbe anstossen. Dafür wölbt sich aber das *squamosum* als eine Kuppel darüber weg und verschmilzt mit dem oberen Theile des *occipitale superius* und des Scheitelbeines zu einer Art Gewölbe. Ganz dasselbe ist bei *Chelonia midas* der Fall, allein bei diesen Thieren beginnt innen, namentlich das obere Hinterhauptsbein, weniger das *parietale*, und aussen das *squamosum* sich über die Oberfläche der Gehörkapsel wegzuschieben und das ist dann bei *Emys*, bei denen das *squamosum* eben so wenig, wie bei *Testudo* eine kuppelförmige Wölbung bildet, in dem Masse der Fall, dass das *squamosum* und das *occipitale superius* sich in einer Naht berühren. Dazu gesellt sich dann noch bei *Testudo* das *parietale*, so dass also die Oberfläche vollständig von Knochen bedeckt ist, die bei den letzteren Thieren medianwärts vom Trommelfelle ausgehöhlt erscheinen, wenigstens so weit es das *squamosum* betrifft. Bei den Crocodilen ist dasselbe der Fall, bei denen wiederum wie bei den Eidechsen und *Chelonia* die kuppelförmige Wölbung, die obere Verbindung zwischen dem *squamosum*, dem *parietale* und dem *occipitale superius* zu Stande kommt und gleichzeitig greift dann auch die median vom Trommelfelle gebildete Aushöhlung der Schuppe auf diese beiden Knochen über. Allein auch die auf der Labyrinthoberfläche gelegenen Theile dieser Knochen werden von derselben durch eine an der Innenwand der Paukenhöhle hinten oben vor sich gehende Aushöhlung, die sich oberhalb des Daches des *cavum cranii* bis zu der anderen Seite erstreckt, theilweise abgehoben und somit sehen wir nicht allein die Basis der Labyrinthpyramide, sondern auch die Decke der Schädelhöhle von einem Doppelgewölbe bedeckt, das

von den drei Knochen: der Schuppe, dem oberen Hinterhauptsbeine und dem Scheitelknochen gebildet wird. Damit sind denn die Bedingungen vorhanden, um bei der Entfaltung des Gehirnes und des Schädelraumes bei den Vögeln das mit dem *squamosum* verbundene *parietale* und *occipitale superius,* die ja schon theilweise bei den Crocodilen durch die untere Aushöhlung abgehoben waren, weit von der Labyrinthpyramide nach oben hin zu verdrängen. Es bedarf dazu nur des Verschwindens des hinteren Theiles der Decke des *cavum cranii* und eines Schwundes der unteren Gewölbsverbindungen, ohne dass dann das Schädeldach unvollständig, da ja die Verbindungen des oberen Gewölbes der drei Knochen übrig bleiben.

Was nun die Zusammensetzung der Gehörkapsel betrifft, so bekundet auch diese wieder die innigere Verwandtschaft mit den Eidechsen; da wir nicht blos ein *pro-* und *opistoticum,* sondern auch ein *epoticum* und zwar in derselben Weise auftreten sehen. Von diesen Knochen verschmilzt das *epoticum* (Taf. XXXI, Fig. 2 *e,* Taf. XXXIII, Fig. 8 *a*) am frühzeitigsten mit dem *occipitale superius,* etwas später erst das *opistoticum* (Taf. XXXIII, Fig. 8 *f*) mit dem *occipitale laterale,* eine Verbindung, die ja nicht blos den Amphibien und Reptilien, sondern auch den Vögeln und im gewissen Grade auch den Säugern und dem Menschen eigenthümlich, insofern hier ein Theil, die *pars mastoidea,* mit dem *opistoticum* verschmilzt. Das *epoticum* setzt den oberen inneren, das *prooticum* (Taf. XXXIII, Fig. 8 *e*) den vorderen, das *opistoticum* den hinteren Theil der Gehörkapsel zusammen.

Gehen wir nun zur speciellen Betrachtung der einzelnen Flächen der Labyrinthpyramide über, von denen wir eine obere, eine äussere innere, vordere, hintere und eine Spitze unterscheiden können, so sehen wir, dass auch bei diesen Thieren wie bei den übrigen Reptilien die obere, vierseitige Basis (Taf. XXXI, Fig. 3, Fig. 4) mehr dreiseitig mit einem inneren, stark abgerundeten (Taf. XXXI, Fig. 4 *a*) Winkel erscheint. Dieser ist demnach als vierte Seite aufzufassen. Im Uebrigen fällt dieselbe steil nach aussen ab, stärker noch als bei den übrigen Reptilien. Sie besitzt einen vorderen, inneren, längeren, einen hinteren, inneren, kürzeren, einen unbedeutenden inneren und einen äusseren Rand und hat somit mehr die Form eines Trapezes, dessen kürzeste Seite innen gelagert ist und an erwachsenen Thieren der der anderen Seite sehr genähert erscheint (Taf. XXXI, Fig. 5 *g*), dagegen bei jungen Thieren durch den oberen Theil des Gehirnes weiter abgedrängt ist. Um dieselbe freizulegen, ist es nöthig, die Decken der Gewölbe, das *squamosum, parietale* und *occipitale superius* zu trennen und ausserdem vorne innen die Anheftung des Scheitelbeines, hinten innen die des *occipitale superius* und an der äusseren Kante hinten einen, dem *squamosum* angehörigen

Knochenbalken, wie auch am vorderen Winkel das *quadratum* zu lösen. Man sieht dann, wie bei den Schlangen und Eidechsen, entsprechend den Rändern über dieselbe stark vorspringende Knochenleisten verlaufen, die weit deutlicher ausgeprägt und isolirbar sind, als bei diesen Thieren. Sie entsprechen den drei Bogengängen. Die vordere Erhabenheit (Taf. XXXI, Fig. 4 *n*) am stark vorspringenden, vom *quadratum* bedeckten, vorderen äusseren Winkel mit einer schwachen Erweiterung beginnend, verläuft steil, stärker wie bei den übrigen Reptilien gebogen, in leicht S förmiger Krümmung nach hinten und innen und geht dort zur Bildung der inneren Kante bogenförmig in die hintere Bogengangleiste (Taf. XXXI, Fig. 3 *d*) über, die ein wenig tiefer als die vordere gelegen, an dem ebenfalls stark vorspringenden, vom *squamosum* und dem *occipitale laterale* bedeckten hinteren äusseren Winkel stark aufwärts convex beginnt und nach vorne und innen verläuft. Die äussere Bogengangleiste (Taf. XXXI, Fig. 4 *f*), ebenfalls am vorderen äusseren Winkel mit einer kleinen Erweiterung ihren Anfang nehmend, verläuft dann nach hinten und etwas abwärts, um mit der hinteren am hinteren äusseren Winkel zusammenzustossen. Es würde, glaube ich, an jungen Exemplaren nicht schwer gelingen, diese Bogengangleisten auf kürzere Strecken als wirkliche knöcherne Bogengänge zu isoliren, was bei den übrigen Reptilien nur schwer, oder gar nicht möglich war. Zwischen denselben finden wir auch hier die Oberfläche vertieft, allein bei jungen Thieren dadurch complicirt, dass über dieselbe und weiter über die Bogengangleisten knöcherne Wülste verlaufen (Taf. XXXI, Fig. 4 *cde*), die auf ihrer Höhe die Trennungsnähte der Labyrinthknochen tragen und von denen ich bei halberwachsenen Thieren mit Ausnahme der Nähte nichts mehr gesehen habe. Sie verlaufen, wie bei den Schlangen und den Eidechsen, über die Mitte sämmtlicher Bogengangleisten, um etwas nach hinten von der Mitte der Oberfläche zusammenzutreffen.

Die äussere (Taf. XXXIII, Fig. 6), etwas weniger als die innere ausgedehnte, dreiseitige, nach abwärts vorne und innen gestellte Fläche geht in sanfter Rundung in die hintere, mehr schroff dagegen in die vordere Fläche über. Ihre obere Kante, die äussere Bogengangleiste ist, wie erwähnt, grösstentheils frei, nur am oberen vorderen und am hinteren oberen Winkel vom *squamosum* und dem *occipitale laterale* bedeckt. Die vordere Kante, die oben im *quadratum* verborgen ist, stösst dagegen weiter unten frei an das spaltförmige *ostium pharyngeum tubae*, die hintere, oben vom *occipitale laterale* bedeckt, ist dagegen unten frei. Der mittlere Theil der hinteren Kante dient zur Anheftung der Paukenhöhlenschleimhaut und stösst an das vordere Ende des *sulcus recessus scalae tympani* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *h*). Er stellt einen dicken Knochenstab dar, der das *foramen vestibulare* vom *cochleare* trennt (Taf. XXXIII,

Fig. 6 *d* u. *l*) und zwar in ähnlichen Proportionen, wie bei den niederen Vögeln mit offenem *foramen rotundum*. Der untere Theil stösst an die Paukenhöhlenöffnung des *canalis caroticus*. Unmittelbar unter der äusseren Bogengangleiste sehen wir dann den tiefen, nach oben vorne convexen *sulcus canalis Fallopiae* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *c*), der sich nach hinten hin allmälig verliert. Unter diesem finden wir die Oeffnung des bereits beschriebenen *recessus cavi tympani* im Umfange des *foramen ovale*, das, wie wir wissen, von vorne innen nach hinten und aussen gerichtet ist und zugleich, wie Windischmann richtig bemerkt, vorne tiefer, hinten höher steht. Am vorderen Ende der *apertura recessus* und des *sulcus canalis facialis* haben wir dann, wie bekannt, die äussere Paukenhöhlenöffnung des *canalis Fallopiae* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *b*), die sehr fein, feiner wie bei den Schildkröten und den Eidechsen erscheint. Unterhalb der Oeffnung des *recessus* heftet sich die Schleimhaut des Bodens der Paukenhöhle an und unter dieser Anheftungsstelle, also an dem unteren Winkel der äusseren Fläche findet sich die *carotis interna*. Ich vermag aber nicht mit Bestimmtheit zu sagen, ob dieselbe sich in einem vollständigen Canale an der Labyrinthaussenfläche, oder blos in einem Halbcanale lagert. Ausserdem verläuft über die Mitte der Aussenwand (Taf. XXXIII, Fig. 6) die Naht zwischen *pro-* und *opistoticum* senkrecht zur Spitze herab.

Die innere Fläche (Taf. XXXIII, Fig. 8), die wie bei den Schlangen und vor allen den Eidechsen mit dem oberen Theile der vorderen und der hinteren Wand in die Schädelhöhle sieht, bildet oben, entsprechend der wenig ausgedehnten inneren Kante der oberen Fläche, einen schmalen Wulst (Taf. XXXIII, Fig. 8 *a*) und gewinnt erst im mittleren und unteren Drittel eine beträchtlichere Ausdehnung, um sich dann gegen die Spitze hin wieder zu verschmälern. Der obere, etwas nach unten und hinten gerichtete Wulst ist der Ausdruck der Bogengangcommissur, über dessen unteres Ende die quere Naht des *epoticum* verläuft und an welchem gleichzeitig eine nach aufwärts und innen sehende Oeffnung, die *apertura aquaeductus vestibuli* (Taf. XXXI, Fig. 5 *g*, Fig. 8) sich findet, welche zugleich den am weitesten in die Schädelhöhle vorspringenden Punct der Gehörkapsel darstellt, von dem aus gegen die vordere und die hintere Fläche sich verlierend zwei Wülste (Taf. XXXIII, Fig. 8 *f* u. *e*), ein vorderer, stärkerer und ein hinterer, flacherer ausgehen. Jener (Taf. XXXIII, Fig. 8 *e*), nach vorne aussen und abwärts gewandt, der Ausdruck des *utriculus*, dieser, nach hinten aussen und abwärts gerichtet, der Ausdruck der Verbindungsröhre der hinteren, frontalen Ampulle. Oberhalb dieses Wulstes finden wir das ebene, dreieckige, übergeneigte Feld, das der hinteren Fläche angehört, oberhalb des anderen, das ebenfalls dreieckige, der vorderen Wand an-

gehörige, das in seiner Mitte eine Vertiefung zeigt und nach oben von der vorderen Bogengangleiste (Taf. XXXIII, Fig. 8) überwölbt wird. Unterhalb dieser Hervorragungen sehen wir die Innenwand gegen die Schädelhöhle vertieft, von dreieckiger Form (Taf. XXXIII, Fig. 8 *h*), die Spitze nach unten gekehrt, die vordere Kante S förmig geschwungen, die hintere mehr gerade nach abwärts vorne verlaufend. Die hintere bildet die vordere Begrenzung des spaltförmigen *foramen jugulare* (Taf. XXXIII, Fig. 8 *g*), die vordere die hintere Wand des *foramen trigemini* (Taf. XXXIII, Fig. 8 *s*) und verbindet sich in einer Naht mit dem *sphenobasilare* (Taf. XXXIII, Fig. 8 *p*). An der Basis dieses dreieckigen Theiles der Innenwand, unter den Wülsten finden wir eine schwache, vorne etwas ausgeprägtere Vertiefung, den *meatus auditorius internus* und im hinteren Theile desselben eine ovale, medianwärts sehende Oeffnung für den *nervus cochlearis* (Taf. XXXIII, Fig. 8 *q*). In den vorderen, tieferen befinden sich dagegen drei, die Scarpa alle sehr hübsch abbildet, zwei obere und eine untere. Letztere, von innen nach aussen das *prooticum* durchbohrend, ist die *apertura interna canalis Fallopiae* (Taf. XXXIII, Fig. 8 *r*), die beiden anderen sind für die Vestibularäste bestimmt. Die hintere, nach oben hinten und aussen den Knochen durchbohrend (Taf. XXXIII, Fig. 8 *c*), führt wohl den Sack und hinteren Ampullenast, die vordere (Taf. XXXIII, Fig. 8 *d*), die nach vorne aussen das *prooticum* durchsetzt, führt den Zweig für den *recessus utriculi* und die vorderen Ampullen. Die Naht zwischen *pro-* und *opistoticum* endet hinter der Oeffnung für den *nervus cochleae*, so dass also sämmtliche Nervenöffnungen dem *prooticum* angehören.

Die vordere Wand, soweit dieselbe nicht in der Schädelhöhle liegt, bildet die vordere Begrenzung des *foramen trigemini*, ist wenig ausgedehnt, dreieckig, unten im *sphenobasilare* gelagert und wird im oberen Theile von der *ala magna* überwölbt, die sich am oberen äusseren Winkel anheftet. Im Uebrigen wird sie von innen nach aussen von dem *canalis facialis* durchbohrt.

Der untere Theil der Hinterfläche, der ebenfalls nicht in den Schädelraum sieht, ebenfalls ein Dreieck mit nach oben gewandter Basis bildet und nach hinten abwärts kehrt, wird von dem *occipitale laterale* überwölbt, das sich dann mit der Basis verbindet und somit das spaltförmige *foramen jugulare* (Taf. XXXIII, Fig. 8 *g*) nach hinten und oben schliesst. An dem äusseren Theile derselben, von dem *foramen ovale* durch den früher erwähnten Knochenbalken getrennt und in den *recessus scalae*, speciell gegen das mediane Ende des *sulcus* sehend und sich darin öffnend, findet sich das *foramen cochleare s. rotundum* (Taf. XXXI, Fig. 6 *l*), welches nach hinten unten und auswärts gewandt, rund erscheint und durch die Schleimhaut der Hinterwand von der Pauken-

höhle abgeschieden wird, von der wir wissen, dass sie sich an den trennenden Knochenbalken anheftet und sich bei den höheren Vögeln und Säugern zur *membrana tympani secundaria* entwickelt.

Was nun den Binnenraum der Gehörkapsel betrifft, so gestehe ich, dass ich darüber aus bereits angeführten Gründen an der Hand eigener Präparate nur wenige Erfahrungen sammeln und dieselben nur durch die Betrachtung eines in der hiesigen Sammlung befindlichen gesprengten Schädels und durch die Abbildungen von Scarpa und die wenigen spärlichen Angaben von Windischmann erweitern konnte. Ist somit vielleicht noch viel Detail nachzutragen, so glaube ich doch so weit gekommen zu sein, dass die wesentlichen und vergleichend anatomisch besonders wichtigen Verhältnisse klar zu Tage liegen.

Wir haben auch bei diesen Thieren wiederum ein *cavum inferius internum, anterius* und *posterius* zu unterscheiden und wie mir scheint, sind diese Räumlichkeiten mit Bezug auf ihre Weite mehr mit denen der Schildkröten, als mit denen der Eidechsen in Uebereinstimmung, besitzen also ein relativ bedeutendes Caliber und das hat natürlich einen Einfluss auf die Länge, besonders der knöchernen Bogengänge, denn nur auf deren Kosten können sich namentlich das *cavum anterius* und *posterius* ausdehnen. Das *cavum inferius* ist dann wiederum, wie bei den Schlangen, Eidechsen, respective wie bei *Siredon*, durch eine *crista vestibuli* (Taf. XXXIII, Fig. 11 *m*) in eine untere und in eine obere Abtheilung, eine *cavitas cochleae* und *vestibuli*, getheilt, von denen jene (Taf. XXXIII, Fig. 11 *i*) wie bei den höchsten Wirbelthieren, ausschliesslich die Schnecke, diese den Sack (Taf. XXXIII, Fig. 11 *g*), den *utriculus* und das Ende des horizontalen Bogenganges mit der Verbindungsröhre der hinteren, alleinstehenden Ampulle enthält, während das *cavum internum* die Commissur der verticalen Bogengänge, das *cavum posterius* die hintere Ampulle und einen Theil des horizontalen Bogenganges enthält, und das *anterius* die vorderen, zusammenliegenden Ampullen und den *recessus utriculi* in sich begreift. So sind also bei sämmtlichen Reptilien und Amphibien, sowie bei den Plagiostomen die einzelnen Hauptbestandtheile des Gehörorganes bald weiter, bald enger von den Knochen umwachsen und erst bei den Vögeln werden dann die einzelnen, in den getrennten Räumlichkeiten gelegenen, untergeordneten Theile durch Umwachsung getrennt, am spätesten ein Theil des horizontalen Bogenganges, der erst bei den Säugern und Menschen vollkommen knöchern umschlossen erscheint, wie ich das seiner Zeit in der Arbeit über das Gehörorgan der Fische etwas eingehender auseinandergesetzt.

Die *cavitas vestibuli* ist nicht kugelförmig, sondern mehr prismatisch und besitzt eine Decke, einen Boden, eine innere, äussere, vordere und hintere Wand. Die Ausdehnung des Daches entspricht etwa der Aus-

höhlung zwischen den Bogengangleisten an der Aussenfläche der Basis der Labyrinthpyramide und steht von oben und innen, nach unten und aussen und somit dehnt sich, da der Boden horizontal liegt, die Aussenwand weniger als die Innenwand aus. An dem Uebergange des Daches in die Innenwand findet sich die weite Oeffnung des *cavum internum.* Der Boden wird durch die stark vorspringende, horizontale Leiste, die *crista vestibuli* (Taf. XXXIII, Fig. 11 *m*) eingenommen, die schwach entwickelt am unteren Rande der Oeffnung des *cavum posticum* entspringt, aber sich desto mehr erhebt, je weiter wir nach vorne kommen. Sie vermittelt dort die untere Begrenzung des lateralen Theiles der Oeffnung des *cavum anterius* und endet schliesslich am vorderen oberen Umfange des *foramen vestibulare (pyramis vestibuli).* Im Uebrigen stellt der Boden eine von dieser Leiste umgrenzte, ovale, sehr weite Oeffnung dar, die *apertura cavitatis cochleae,* die eigentlich den grössten Theil des Bodens einnimmt (Taf. XXXIII, Fig. 11). Die innere, schräg von oben innen, nach unten und aussen abfallende Wand zeigt wahrscheinlich, was ich nicht zu constatiren vermochte, entsprechend dem *utriculus* einige schwache Furchen, dagegen aber in der Mitte eine abwärts sehende Oeffnung, die *apertura aquaeductus vestibuli*, das Vorhofsende des knöchernen Canales, dessen Schädelhöhlenöffnung wir ja bereits kennen gelernt haben. Ausserdem finden wir unten an der *crista vestibuli* einen runden *recessus,* den *recessus sacculi s. rotundus* (Taf. XXXIII, Fig. 11 *g*), der im Centrum eine Oeffnung zeigt, die innere des Canales, die den *nervus sacculi* aufnimmt und der nach vorne durch eine Leiste (Taf. XXXIII, Fig. 11 *n*), die den unteren Rand der Oeffnung des *cavum anterius* innen bildet, begrenzt ist und die der *crista vestibuli* zwischen dem *recessus hemisphaericus* und *hemiellipticus* bei dem Menschen, die wir übrigens auch schon bei den Schlangen nachweisen können, homolog, um so mehr, da sie auch hier die Grenze des *recessus utriculi osseus* mit bildet (Taf. XXXIII, Fig. 11 *o*). Die Aussenwand ist wegen des *foramen vestibulare* ebenfalls zum allergrössten Theile lückenhaft. Hinter- und Vorderwand repräsentiren weite Oeffnungen für die entsprechenden Nebenräume, von denen jene nach vorne innen, diese nach innen hinten sieht.

Bevor ich nun auf die wichtige *cavitas cochleae,* oder die *cochlea ossea* näher eingehe, will ich zunächst diese mit dem *cavum vestibuli s. vestibulum* in Verbindung stehenden Nebenräume etwas näher in Betracht ziehen.

Das *cavum internum*, das auch hier eine weite, kurze, cylindrische, von oben vorne innen, nach unten hinten aussen verlaufende Röhre ist und oben vorne und oben hinten die weiten Oeffnungen der knöchernen, verticalen Bogengänge zeigt, ist einfach, wie das *cavum*

posterius, dessen vestibulare Oeffnung ich bereits beschrieben. Es ist ein nach hinten aussen ausgedehnter Raum, der oben aussen die Mündung des frontalen, hinteren und vorne die Oeffnung des äusseren, horizontalen Bogenganges zeigt.

Das *cavum anterius* besitzt an seinem Boden deutlich drei *recessus,* zwei äussere und einen inneren. Der eine der beiden äusseren liegt vorne, der andere hinten. Jener dient zur Aufnahme der sagittalen (Taf. XXXIII, Fig. 10 *i*) und zeigt oben die Oeffnung des vorderen verticalen, sagittalen Bogenganges, dieser nimmt die horizontale Ampulle (Taf. XXXIII, Fig. 10 *k*) auf und zeigt hinten die weite Oeffnung des äusseren Ganges. Der innere, von dem *recessus* der horizontalen Ampulle durch eine Leiste (Taf. XXXIII, Fig. 11 *o*) getrennt und das Homologon des *recessus hemiellipticus* des Menschen, der den gleichen Bestandtheil des häutigen Gehörorganes aufnimmt, zeigt in seiner Mitte (Taf. XXXIII, Fig. 11 *f*) die Oeffnung für den Utricular- und vorderen Ampullennerven. Was die knöchernen Bogengänge betrifft, so sind diese sehr kurz und zwar entspricht, wie mir scheint, der horizontale nur der Mitte der Bogengangleiste, während die verticalen die oberen Zweidrittel derselben einnehmen und besitzen eine Verlaufsrichtung wie diese. Sie sind weit, wie überhaupt die Hohlräume bei den Schildkröten und Crocodilen.

Die knöcherne Schnecke, die man wegen ihrer grossen Ausdehnung ähnlich wie bei den Vögeln und den Säugern aus der Spitze der Labyrinthpyramide in einer Form isoliren kann, die einen guten Schluss auf die darin gelagerten Theile gestattet, was bei den übrigen Reptilien wegen der verhältnissmässig geringen Differenzirung der häutigen Schnecke nicht in dem Grade der Fall ist, stellt, nachdem man natürlich aussen und vorne die Knochenmasse, die zur Umschliessung der *carotis interna* dient, entfernt, im Ganzen genommen einen Kegel dar. Windischmann hat auf seiner ersten Tafel Fig. 9, 10, 11 solche isolirte, knöcherne Schnecken dargestellt und beschrieben. Sie ist also ein Kegel mit ampullenförmig erweiterter, unterer Spitze *(lagena)* und zeigt eine zweifache Krümmung. Einmal erscheint sie nach vorne, dann aber auch mit der Spitze ein wenig nach innen gebogen und lässt an der Schädelhöhlenwand oben die Eintrittsstelle des Schneckennerven, an der Aussenwand aber, hinten oben das *foramen rotundum* sehen, dessen Form und Stellung ich bereits beschrieben. Sie heftet sich mit breiter Basis an die Unterfläche des *vestibulum.* Die Form des Binnenraumes entspricht der äusseren und beginnt am Boden der *cavitas vestibuli* (Taf. XXXIII, Fig. 11) mit der grossen, weiten, ovalen Oeffnung, die ja, wie wir wissen, von der *crista vestibuli* begrenzt wird. Derselbe erstreckt sich (Taf. XXXIII, Fig. 11 *i*) schräg nach vorne unten und aussen, wird dabei

immer enger, biegt darauf ein wenig nach innen und hinten, um sich an der Spitze, an der *lagena*, wieder ein wenig zu erweitern. Sieht man von oben in diese *apertura cavitatis cochleae* hinein, so bekommt man wegen des Verlaufes der Schnecke einen Theil der Hinterwand des Binnenraumes (Taf. XXXIII, Fig. 11) zu Gesicht und vorne, excentrisch gelagert eine Oeffnung (Taf. XXXIII, Fig. 11 *i*), den Eingang in den unteren, engeren Theil des Schneckenraumes. Ausserdem bemerkt man unter dem lateralen Theile der Apertur das *foramen rotundum*, das sich ja nach abwärts und aussen in den *recessus scalae* öffnet und so gelangt man denn an der Aussenhinterwand des Binnenraumes der Schnecke, unter dem hinteren Theile der Aussenwand des *vestibulum*, mittelst der *apertura cavitatis cochleae* ohne Weiteres durch das *foramen cochleare* in den *recessus scalae* und somit indirect in die Paukenhöhle.

Bei einer so ausgeprägten und wie die Vogelschnecke die ersten Andeutungen einer spiraligen Krümmung zeigenden *cochlea* habe ich begreiflicherweise nach leistenartigen Hervorragungen, einer *lamina spiralis ossea* und *secundaria* gesucht, die ja beide, wie wir wissen, wenigstens im Anfange der Vogelschnecke so gut wie bei den Säugern und den Menschen vorhanden sind. Erstere glaube ich bei einem halberwachsenen Thiere gefunden zu haben und zwar an der Stelle, wo sie sich nach Analogie mit den Vögeln finden muss, an der Innenwand, jedoch bei diesen Thieren mehr nach hinten gekehrt (Taf. XXXIII, Fig. 11 *h*). Sie verläuft unter der *apertura cavitatis cochleae*, hinten innen an der Wand des Schneckenraumes und bietet somit die erste Andeutung des Zerfalles desselben in ein nach aussen hinten gelegenes Homologon der *scala tympani* und eine nach vorne innen gelegene Vorhofstreppe. Wie weit diese *lamina spiralis* sich abwärts in den Schneckenraum erstreckt, vermag ich nicht zu sagen. Nach dem Verhalten bei den Vögeln möchte ich glauben, dass es nicht weit über den Bereich des oberen, weiteren Schneckentheiles hinaus geschieht. Ich habe sie bis in den Beginn des verengerten Theiles verfolgen können, wo dieselbe dann die Mitte der Innenwand einnahm und sie hat somit eine spiralige Drehung gemacht. Es kann demnach an der Spitze der Schnecke, im Kuppelblindsack, der *lagena* ebensowenig wie bei den Vögeln zur Bildung eines freien Endes, des Homologon des *hamulus* der Säuger kommen. Von einer *lamina spiralis secundaria* habe ich als solcher keine Spur gefunden, wohl aber findet sich an der Stelle, wo sie zu suchen war, an der Aussenwand, nach vorne vom *foramen rotundum* ein *sulcus*, der an derselben senkrecht abwärts bis in den engen Schneckentheil verlief und den ich ebenfalls nicht bis zu Ende verfolgen konnte. Ich möchte ihn für das Homologon der secundären Spiralleiste halten. Von einem *sulcus canalis s. ductus perilymphatici*, wie wir ihn bei den übrigen Reptilien in der *cavitas cochleae*,

unter der *crista vestibuli* an der Innenwand auftreten sahen, ist eben so wenig wie bei den Vögeln und Säugethieren eine Spur zu entdecken.

Ich denke es geht aus dieser Schilderung der Gehörkapsel klar hervor, wie schön die Verhältnisse derselben einerseits mit denen der übrigen Reptilien und andererseits mit denen der Vögel übereinstimmen und dass wir in der That in den Crocodilen ein schönes Bindeglied zwischen den Vögeln und den Reptilien besitzen, ein ebenso schönes, wie es *Siredon* für die Amphibien und die Fische darstellte.

Ich wende mich jetzt zur Betrachtung des Inhaltes des Binnenraumes des häutigen Gehörorganes, welches, wie zu erwarten steht, aus denselben Bestandtheilen, in denselben Grundlagerungsverhältnissen besteht, wie bei den übrigen Reptilien und den Wirbelthierclassen überhaupt. Das aber möchte ich vorausschicken, dass, wie es auch schon aus der Betrachtung der knöchernen Kapsel hervorgeht, das häutige Labyrinth der Crocodile, namentlich mit Bezug auf den so ausserordentlich entwickelten Bestandtheil, die Schnecke, den Vögeln ausserordentlich viel näher steht, wie den übrigen Reptilien und das zeigt schon aufs Klarste die hübsche Darstellung von Windischmann über die Schnecke dieser Thiere.

Die einzelnen Theile des Gehörorganes füllen ebenso wenig bei den Crocodilen, wie bei den übrigen Wirbelthieren vollständig den Binnenraum des knöchernen Gehäuses, sondern wir sehen auch hier wieder, dass namentlich zwischen denjenigen Theilen, die in der *cavitas vestibuli s. vestibulum*, also dem *foramen ovale* gegenüber liegen, zwischen der Aussenwand derselben und der Innenfläche der im *foramen ovale* eingelassenen Platte der *columella* ein höchst beträchtlicher und mit Flüssigkeit gefüllter Raum, ein *cavum perilymphaticum* sich findet (Taf. XXXIII, Fig. 10 rechts). Sie liegen, und es ist vor allen Dingen der *sacculus*, der hier in Betracht kommt, excentrisch an der Innenwand des Gehäuses. Dieser Raum zieht sich nun in sehr viel beträchtlicherer Weite, wie bei den Schlangen und Eidechsen, ähnlich wie bei den Schildkröten, in das *cavum internum*, nach aussen von der Commissur der Bogengänge und weiter dann auf die concave Flache der Bogengänge, die auch hier mit der convexen Wand dem Knochen anliegen und, wie bei den Schildkröten, namentlich am Anfange und Ende derselben, am weitesten von der gegenüberliegenden Wand abgedrängt sind. Bei den Eidechsen und Schlangen dagegen findet sich sowohl an der häutigen Commissur, als an den häutigen Bogengängen zwischen ihren freien Flächen und dem Knochen nur ein geringer Zwischenraum. Dann zieht sich das *cavum perilymphaticum* ebenfalls, wie bei den Schildkröten, bedeutender als bei den übrigen Reptilien, den Vögeln und Säugern entwickelt, über die in dem *cavum anterius* und *posterius* gelagerten Theile, so dass also in

sämmtlichen bisher aufgeführten Cavitäten die darin gelagerten Labyrinththeile von einer verhältnissmässig bedeutenden Flüssigkeitsmasse bespült werden. Allein auch in der *cavitas cochleae* sehen wir zum ersten Male, wie bei den Vögeln und Säugern, das *cavum perilymphaticum* eine bedeutende Ausdehnung gewinnen und den perilymphatischen Raum des Vorhofes nach unten fortsetzen. Wir wissen, dass bei den Eidechsen und Schlangen das *cavum perilymphaticum* wesentlich nur an der Basis der Schnecke, unterhalb des *sacculus,* also aussen im oberen Theile des Schneckenbinnenraumes eine gewisse Ausdehnung besitzt und dann um die Basis gegen die Innenwand des knöchernen Gehäuses sich herumschlagend in den *canalis perilymphaticus s. aquaeductus cochleae* übergeht, während die Spitze der Schnecke, die *lagena,* den Rest des Binnenraumes, wenn auch nicht ganz, so doch fast vollständig ausfüllt. Die *scala vestibuli,* also der an der Aussenwand der Schnecke gelagerte Theil des Raumes und die *scala tympani,* der an der Innenwand des Gehäuses befindliche *canalis perilymphaticus,* dehnen sich also nicht über den ganzen Bereich der häutigen Schnecke aus. Ein wenig anders stellt sich schon das Verhältniss bei den Schildkröten. Die *scalae vestibuli* und *tympani* treten als ausgedehnte Räumlichkeiten nur an der Aussenwand der Schneckenbasis und an der Innenwand als *ductus perilymphaticus* auf, allein die Spitze der Schnecke füllt die Kapsel viel weniger, wie bei den Schlangen und Eidechsen, sondern dieselbe ist gleichsam frei im unteren Theile derselben suspendirt, allein der Raum, der nun so zwischen der Schneckenspitze und der vom Perioste bekleideten, knöchernen Wandung bleibt, ist durch das dichte, maschige Bindegewebe, das, wie wir wissen, auch an anderen Stellen des Labyrinthes, in dem *cavum perilymphaticum* sich befindet, ausgefüllt und somit die beiden Treppen auf den oberen Basistheil beschränkt und nach unten gegen die *lagena* nur als cavernöser Raum fortgesetzt. Anders bei den Crocodilen, bei denen das Schneckenrohr eine ausserordentlich viel beträchtlichere Entwicklung gewonnen hat, eine Entwicklung, die der des gleichen Theiles der Vögel kaum nachsteht. Die Schnecke dieser Thiere findet sich nicht, wie bei den Schildkröten, innerhalb der *cavitas cochleae* frei suspendirt, ringsum von perilymphatischer Flüssigkeit umgeben, sondern wir finden dieselbe aussen vorne und hinten innen mit den beiden Knorpeln, aus denen sie wie bei den Vögeln besteht, an der *lamina spiralis* und an den vorhin geschilderten *sulcus* gelagert und abwärts ragen, ohne dass jedoch die Schneckenspitze, die *lagena,* das Ende des knöchernen Kuppelblindsackes, den Grund der *lagena ossea* erreicht, sondern zwischen sich und demselben einen Raum frei lässt. Somit wird die Vorderinnen- und die Hinteraussenwand des Schneckenrohres die knöchernen Wandungen nicht berühren, dadurch ein doppeltes *cavum perilymphaticum,* ein vor-

deres, inneres, *scala vestibuli* und ein hinteres, äusseres, *scala tympani* gebildet, die dann am Kuppelblindsack, an der Spitze der Schnecke, wie bei den Vögeln und Säugern mit einander communiciren und die beide, wenn das Schneckenrohr senkrecht stände, mittelst der *apertura cavitatis cochleae* nach oben mit dem *cavum perilymphaticum* des Vorhofes communiciren würden. Das wird dadurch verhindert, dass die Schnecke nicht senkrecht steht, sondern wie bei den Vögeln bedeutend gekrümmt ist. Diese Krümmung bedingt, dass die hinten aussen gelegene *scala tympani*, die ja durch Hülfe des an der Aussenwand hinten befindlichen *foramen rotundum* gegen den *recessus scalae tympani* offen stehen muss, von dem *cavum perilymphaticum* des Vorhofes abgeschlossen wird. Die Basis, der obere Theil der Schnecke, biegt nämlich im Bereiche der *apertura cavitatis cochleae* aus der senkrechten, in der mehr oder minder der Spitzentheil steht, nahezu horizontal nach hinten über den oberen Theil der *scala tympani* um und da sich derselbe an den hinteren äusseren Umfang der *apertura* (Taf. XXXIII, Fig. 11) anlegt, wird somit die Paukentreppe gegen den Vorhof und gegen die Vorhofstreppe abgeschlossen und diese letztere, die gleichsam mit der Schneckenbasis aus der senkrechten nach hinten umbiegt, öffnet sich weit in das *cavum perilymphaticum* des Vorhofes. Das *cavum perilymphaticum* geht also, um es in näheren Zusammenhang mit den Verhältnissen bei den übrigen Reptilien zu bringen, an der Aussenfläche des *sacculus* in der *apertura cavitatis cochleae* nach unten über die Basis der Schnecke in die *scala vestibuli* vorne innen gegen die Spitze abwärts und dann unter derselben im Kuppelblindsacke aufwärts nach hinten und aussen in die *scala tympani* und dann wie bei den übrigen Reptilien durch das *foramen cochleare* oder *rotundum* in den *recessus scalae tympani*. Ein *canalis perilymphaticus* in der Weise wie bei den Schlangen, Eidechsen und Schildkröten ist also nicht vorhanden, sondern wird durch die beiden Treppen repräsentirt.

Dieses *cavum perilymphaticum* sämmtlicher Hohlräume der Gehörkapsel wird nun gerade wie bei den Schlangen und Eidechsen, und das ist wiederum für den Grad der Verwandtschaft bezeichnend, durch das sich überall dicht an den Knochen schmiegende Periost, das bei den Crocodilen als eine sehr feste, weisse und halbdurchsichtige (Taf. XXXIII, Fig. 9, 10 links) Membran auftritt, verschlossen. Dasselbe bildet demnach, wie Clason es richtig bezeichnet, einen mehr oder minder weiten Sack um das häutige Labyrinth und wiederholt nur im Groben die Form desselben und steht mit Ausnahme der *foramina acustica* und der *apertura aquaeductus vestibuli*, die ja durch Weichtheile ausgefüllt sind und an denen sich das Periost als *dura* in die Schädelhöhle hinein weiter begiebt, indem das Periost ebenso wenig wie bei den übrigen niederen Wirbelthieren die Oeffnung überzieht, nur an einer Stelle,

an dem weiten *foramen rotundum,* hinten aussen an der Schneckenbasis, in der *scala tympani,* an den Rändern mit dem Perioste des *recessus scalae tympani* (Taf. XXXIII, Fig. 11 *k*) in Verbindung, so dass also der *liquor perilymphaticus* frei in denselben strömen kann. Ein das *cavum perilymphaticum* ausfüllendes, bald eng-, bald ungemein weitmaschiges Bindegewebsnetz, oder eine perilymphatische Membran, die den Raum in einen inneren und äusseren perilymphatischen theilt, ein ausgebildetes, persistirendes, embryonales Gallertgewebe, wie es bei den Schildkröten und den Fischen in so vollkommener Ausbildung vorhanden ist und das einen gewissen Schluss zulässt, dass der Stammbaum der *Chelonier* weit zurück in der Wirbelthierreihe zu suchen, ist bei den Crocodilen eben so wenig wie bei den Amphibien und den Schlangen und Eidechsen vorhanden. Dennoch verschwindet dasselbe ebensowenig wie bei den Amphibien vollkommen, sondern, wie Clason es schon bei den Eidechsen mit Sicherheit nachgewiesen, finden sich, und das scheint mir sehr interessant, in derselben Weise Rudimente und diese müssen demnach einen *canalis perilymphaticus* bilden. Längs dem freien Rande (Taf. XXXII, Fig. 14 *d*) des hinten und innen gelegenen Schneckenknorpels sehen wir in der *scala tympani* eine zart auslaufende Membran sich an das Periost anlegen, die mit einer gleichen vom hinteren Rande des oberen Theiles der Basis des vorne innen gelegenen Knorpels sich vereinigt und im Umfange des *foramen cochleare s. rotundum,* umkleidet vom Perioste sich zu einem Canale, einem *canalis s. ductus perilymphaticus* umwandelt, der also gegen die *scala tympani* und somit gegen das *cavum perilymphaticum* überhaupt offen steht und durch das *foramen* in den *recessus* tretend, hier, wie wir in der nächsten Abhandlung sehen werden, einen *saccus perilymphaticus* bildet (Taf. XXXIII, Fig. 11 *d*), wie wir bereits einen solchen bei anderen Reptilien kennen. Es gelingt ausserordentlich leicht, diesen periostalen, perilymphatischen Sack, namentlich im Bereiche der oberen Räumlichkeiten der Gehörkapsel, freizulegen und ferner ist es nicht schwer, aus demselben die häutigen Theile zu isoliren, so dass also die Verbindung eine sehr lockere sein muss, weit lockerer, als es namentlich an den Ampullen und Bogengängen der Amphibien und der Schlangen und Eidechsen der Fall. Schwer dagegen ist es, sich von dem Verhalten der Membran des *canalis perilymphaticus* im Bereiche der *scala tympani* zu überzeugen, was am besten gelingt, wenn man vom *recessus* aus den oberen Rand des *foramen rotundum* vorsichtig abträgt. Bei der Herausnahme der Schnecke sieht man die Membran nur in Fetzen den Knorpeln der Schnecke anhaften (Taf. XXXII, Fig. 14). An den sehr schönen Zeichnungen, die Ibsen in seiner Arbeit von dem Gehörorgane der Crocodile gegeben, die alles

übertreffen, was bisher geleistet worden ist, ist dieses Verhalten der Membran sehr klar dargestellt.

Das häutige Gehörorgan habe ich in den meisten Bestandtheilen nicht blos nach der morphologischen, sondern auch nach der histologischen Seite hin untersucht und ich bedaure nur, dass in letzterer Beziehung die Darstellung der Schnecke Manches zu wünschen übrig lässt, allein da ich nur eine einzige zur Disposition hatte, so hielt ich es für meine Pflicht, dieselbe wegen mancher sehr interessanter Formverhältnisse *in toto* zu conserviren. Wenn man aber schon mit blossem Auge, und soweit schwächere Vergrösserungen anwendbar, sieht, wie dieselbe mit der der Vögel übereinstimmt, so wird man wohl annehmen dürfen, dass auch in den feinsten histologischen Verhältnissen Uebereinstimmung vorhanden, besonders auch, was die Nervenendapparate betrifft. Ich empfehle diesen Gegenstand zur weiteren Untersuchung, nachzuforschen, ob diese *a priori* gewonnene Ansicht die richtige.

Ich beginne zuerst wiederum mit den Ampullen und den Bogengängen, von denen je drei zu unterscheiden sind (Taf. XXXIII, Fig. 10 *h*, *i*, *k*), ein sagittaler vorderer, ein frontaler hinterer, ein horizontaler äusserer mit zugehörigen Ampullen, die sämmtlich ebenso wenig wie bei den übrigen Wirbelthieren in den entsprechenden Ebenen liegen, sondern mindestens bis zu 30° daraus abweichen. Die horizontale und sagittale Ampulle (Taf. XXXII, Fig. 15) liegen auch hier als vordere (Taf. XXXII, Fig. 12 *e*, *g*) zusammen und stehen ein wenig höher, als die hintere (Fig. 12 *d*). Ueber die Lagerungsweise derselben im *cavum anterius* und *posterius* habe ich bereits gesprochen. Die horizontale (Taf. XXXII, Fig. 12 *e*), vorne am weitesten nach aussen und zugleich ein wenig höher gelegene Ampulle bietet, wie bei den meisten Wirbelthieren, in ihrer Form insofern eine Abweichung dar, als sie mehr einen gleichmässigen Kolben (Taf. XXXII, Fig. 15 *e*) darstellt, während die anderen beiden einen flachen, unteren Boden und ein stark gewölbtes Dach besitzen, was bei dieser nur wenig angedeutet. Sie sieht im Uebrigen nach hinten und innen, der Boden in die entgegengesetzte Richtung und ein wenig nach abwärts. Ueber diesen schlägt sich die Furche, der *sulcus transversus*, auf die obere Seitenwand, während die untere so gut wie frei bleibt. Dort sehen wir dann (Taf. XXXII, Fig. 15 *c*) die zungenförmige *crista acustica* (Taf. XXXII, Fig. 23) mit dem dunklen Flecke am Ende derselben, dem *planum semilunatum* durchschimmern. Von den beiden Ampullen der verticalen Bogengänge sieht das Dach der vorderen, sagittalen (Taf. XXXII, Fig. 12 *g*) nach oben innen und hinten, der Boden in die entgegengesetzte Richtung, während bei der frontalen, hinteren, etwas tiefer gelegenen (Taf. XXXII, Fig. 12 *d*, Fig. 13 *d*), das Dach nach oben vorne und innen, der Boden dem ent-

sprechend nach aussen hinten und unten sieht. Beide Ampullen zeigen, über die Mitte des Bodens verlaufend, die *fossa transversa*, die an den unteren Theilen der Seitenwände in gleicher Höhe symmetrisch endet und in ihrem Bereiche die *crista acustica* mit den *plana semilunata* durchschimmern lässt. Ueber das Dach schlagen sich dann, durch eine starke Einschnürung von demselben abgesetzt, die drei Bogengänge, die bereits Windischmann zum Gegenstande einer im Ganzen richtigen Beschreibung gemacht. Der horizontale Gang (Taf. XXXII, Fig. 12 *c*) verläuft anfangs in seinem Canale oberhalb des *foramen vestibulare* mit einer nach aussen gewandten, starken Convexität nach hinten und ein wenig abwärts, schlägt sich darauf über das Dach der frontalen, hinteren Ampulle, jedoch nicht, wie bei den Vögeln, über den Bereich desselben nach hinten, um dann mit einer nach vorne oben innen gehenden Krümmung an der Aussenseite des unteren Endes der Commissur, ein wenig ampullenförmig erweitert, rechtwinkelig zu münden. Der vordere, sagittale Gang (Taf. XXXII, Fig. 12 *b*), der nach oben innen und hinten verläuft und länger als der hintere ist, erscheint nicht so stark gekrümmt, wie bei den Schildkröten, sondern flacher, wie bei den Eidechsen, ja sogar an seinem unteren Ende auf der convexen Seite ein wenig eingebogen, der hintere, frontale dagegen (Taf. XXXII, Fig. 12 *a*) nach oben innen und vorne verlaufend, erscheint leicht S förmig gebogen und mündet mit dem vorderen in die an der inneren Kante der Oberfläche der Labyrinthpyramide gelegene, mehr der hinteren, als der vorderen Hälfte derselben angehörige Commissur (Taf. XXXII, Fig. 13 *f*). Die Bogengänge sowohl wie die Ampullen sind entsprechend der Grösse der Thiere derbe, knorpelartig, ebenso wie bei den Schildkröten und zeigen einen schmalen, auf der concaven Seite der Bogengänge (Taf. XXXII, Fig. 17, Fig. 18 *a*), und über das Dach der Ampullen verlaufenden Streifen, dessen entwicklungsgeschichtliche Bedeutung ich schon so oft behandelt. Bemerkenswerth erscheint mir auch die Art der Einmündung der vorderen Ampullen in den *recessus utriculi*. Sie münden nämlich nicht beide gemeinsam direct, sondern wir sehen zuerst die horizontale (Taf. XXXII, Fig. 15) mit der sagittalen sich vereinigen und in diese, in den hinteren Theil der äusseren Seitenwand münden und dann erst geht die vordere, verticale Ampulle mittelst einer halbmondförmigen, verhältnissmässig schmalen Spalte (Taf. XXXII, Fig. 15 *b*), die schräg von oben und aussen, nach unten und innen verläuft, in den *recessus utriculi* über. Die Aussenfläche der Bogengänge sowohl wie der Ampullen erscheint rauh (Taf. XXXII, Fig. 29) auf dem Querschnitte gleichsam wie ausgenagt und es erheben sich von der Oberfläche bald dickere, bald dünnere Bindegewebsstränge, die zur Befestigung mit dem Perioste dienen, das ebenso wenig wie die Oberfläche des häutigen Labyrinthes

ein wirkliches Epithel besitzt und diese Befestigungsfäden, die namentlich in der Nähe der Anlagerung der Bogengänge und der Ampullen an das Periost entwickelt sind und den perilymphatischen Raum durchsetzen, sind die Ueberreste des ausfüllenden Gallertgewebes. Ausserdem werden dieselben von einem ausserordentlich zierlichen Netze feiner Gefässe umsponnen, die sich an der concaven Seite der Bogengänge, wie bei den Vögeln und Säugern, und an dem Dache der Ampullen zu stärkeren, der Länge nach verlaufenden Stämmchen sammeln.

Die Bogengänge sind derbe, cylindrische Röhren, die möglicherweise unter sich geringe Form- und Dickendifferenzen darbieten, worüber ich aber nichts Näheres anzugeben vermag und zeigen bei einem Schnitte, der den convexen Theil von dem concaven trennt, an der Mitte dieses (Taf. XXXII, Fig. 17 *a*) den dunklen, schmalen, leicht gewundenen Zellstreifen, die *raphe*. Auf dem Querschnitte (Taf. XXXII, Fig. 16) durch die dicke Wandung bekommen wir ein kreisförmiges Lumen, das von einem Epithellager glatt ausgekleidet ist. Die derbe Wandung besteht aus dem bekannten Spindelknorpel mit homogener Intercellularsubstanz und den darin in ringförmiger Anordnung gelagerten Spindelzellen. Gefässe habe ich innerhalb derselben nicht beobachtet, ohne damit behaupten zu wollen, dass dieselbe nicht an einzelnen Stellen von solchen durchsetzt sein kann. An der concaven Fläche erscheint die Wand ein wenig dicker, als an der entgegengesetzten. Die Innenfläche zeigt eine feine Basalmembran von derselben Dicke und Beschaffenheit (Taf. XXXII, Fig. 32 *a*) wie bei den übrigen Thieren und auf ihr ruht ein schönes, helles, polygonales, niedriges Pflasterepithel (Taf. XXXII, Fig. 16) mit rundlichen, dunklen Kernen im Grunde der Zellen. Dasselbe ändert, gerade wie bei den Schildkröten, nur an zwei Stellen ein wenig seinen Character. Zunächst an der *raphe* (Taf. XXXII, Fig. 16 *b*) und dann an der Mitte der gegenüberliegenden Wand. Gegen die *raphe* hin werden die Zellen allmälig etwas höher und dieselben haben namentlich in der Mitte den Character heller, niedriger Cylinder, deren Durchmesser natürlich kleiner, wie der der Pflasterzellen und sie sind so angeordnet, dass sie, wie wir das oft gesehen, gegen die Mitte hin convergiren. Die an der gegenüberstehenden, convexen Wand befindlichen, gleichsam ein Spiegelbild der *raphe* bildenden Zellen sind nur etwas höhere Pflasterepithelien.

Bei der Betrachtung der histologischen Verhältnisse der Ampullen müssen wir Dach, Seitenwände und Boden gesondert betrachten.

Das namentlich an den verticalen Ampullen stark gewölbte Dach zeigt bei der Flächenbetrachtung seines Binnenraumes (Taf. XXXII, Fig. 18) einen wie in den Bogengängen in der Mitte verlaufenden, schmalen, leicht geschwungenen, dunklen Zellstreifen, die *raphe* oder

den Dachstreifen und auf dem Querschnitte sehen wir von den Seitenwänden her bis in die Mitte des Daches (Taf. XXXII, Fig. 29) die Masse des die Wandung constituirenden Spindelknorpels immer mächtiger werden und eine bedeutende Dicke erreichen, ohne dass der Character desselben gegenüber dem in den Bogengängen verändert wird. Nur insofern finden wir eine Abweichung, als mit der Dickenzunahme der Wandung innerhalb des Spindelknorpels Gefässe verlaufen (Taf. XXXII, Fig. 29), die den umspinnenden entstammen. Die Binnenwand des Daches ist, wie die übrigen Theile der Ampulle und wie in den Bogengängen von einer zarten, homogenen Basalmembran bekleidet und diese von einem ebenso schönen, hellen, polygonalen Pflasterepithel, dessen Zellen wie in den Bogengängen gegen den Dachstreifen hin eine Höhenzunahme erfahren (Taf. XXXII, Fig. 29 *a*), die in der Mitte desselben am beträchtlichsten. Die Zellen haben hier wieder den Character niedriger, gegen die Mitte convergirender, heller Cylinder, deren höchste den Kern in der Mitte ihres protoplasmatischen Leibes tragen.

Die etwas dünneren Seitenwände, die im Uebrigen in dem grössten Theile ihrer Ausdehnung von demselben Pflasterepithel wie das Dach bekleidet sind, zeigen nur in der Mitte und zwar, was die verticalen Ampullen betrifft, gleichmässig an beiden Seiten, was die horizontale angeht, nur an der oberen Besonderheiten. Abgesehen davon, dass an ihnen das Ende der *crista acustica* (Taf. XXXII, Fig. 19 *b*) und des *sulcus transversus* emporsteigt und dass die Spindelknorpelmasse besonders dick ist, treffen wir dort ein halbmondförmig um das Ende der *crista* herumgelegtes, dunkleres Zellfeld (Taf. XXXII, Fig. 19 *a*), das *planum semilunatum*. Wo dasselbe sich findet, ist eben die Spindelknorpelmasse dicker und der Uebergang gegen die gewöhnlichen Pflasterzellen ein ganz allmäliger (Taf. XXXII, Fig. 30 *b*, *c*). Die auf der Aussenfläche verlaufenden Gefässe (Taf. XXXII, Fig. 19) convergiren gegen das Ende der Gehörleiste. Das Epithel des *planum semilunatum* zeigt nicht die schöne Zellenmosaik, die wir bei den Schildkröten auftreten fanden, allein dennoch sehen wir eigenthümliche Zeichnungen über die Oberfläche verlaufen (Taf. XXXII, Fig. 30 *b*), die wir bereits an anderen Stellen bei anderen Thieren haben kennen gelernt. Das manifestirt sich namentlich an den Zellkernen. Wir finden dieselben zuweilen, aber undeutlich in Wirtel angeordnet, häufiger dagegen trifft man concentrische Bogensegmente, oder in einfachen Bogen angeordnete Zellen, die mehr oder minder ausgedehnte, rundliche Haufen umkreisen. Es beruht das darauf, dass die einzelnen Zellen bei der Flächenansicht nicht alle gleichmässige Kreise darstellen, sondern sie bilden in zusammenhängenden Reihen gleichmässig runde, oder mehr gleichmässig spindelförmige For-

men und so muss dann die im übrigen gleichgestaltete Zellmasse bestimmte Zeichnungen zeigen. Auf dem Querschnitte (Taf. XXXII, Fig. 32, 33) bieten die Zellen ein Bild, wie ich es schon so häufig beschrieben. An der Peripherie des *planum semilunatum* (Taf. XXXII, Fig. 32) verwandeln sich die polygonalen Pflasterzellen in niedrige Cylinder, oder mehr cubische Zellen, die nun gegen die *crista acustica* hin immer mehr an Höhe zunehmen (Taf. XXXII, Fig. 33), dabei in gut conservirtem Zustande glashell sind, mit sehr sparsamen Granulationen und gleichzeitig sehen wir dann, dass je höher die Zellen werden, desto mehr die Kerne sich aus dem Grunde derselben erheben und allmälig gegen die Mitte emporsteigen, wo sie dann bis an die *crista* heran verbleiben.

Der flache Boden, der namentlich an den verticalen Ampullen in der Mitte die quere Einziehung, den *sulcus transversus* zeigt, der sich dann an den Seiten allmälig verflacht und zum Eintritt des mit bipolaren Ganglienzellen versehenen Nervenastes dient, der einfach an der horizontalen (Taf. XXXII, Fig. 23 *a*), bei seinem Eintritt in den *sulcus* der verticalen sich in zwei Aeste theilt, trägt die stark vorspringende Leiste, die *crista acustica* (Taf. XXXII, Fig. 20, 21, 22). Diese verhält sich verschieden in den verticalen Ampullen und in der horizontalen. In dieser (Taf. XXXII, Fig. 22, 23) erhebt sie sich wenig aus dem schmalen Boden und wird erst an dem Uebergange zur oberen Seitenwand am höchsten, um dann allmälig wieder zu verflachen, während dagegen bei jenen die Gehörleiste, die in der Mitte des Bodens am höchsten emporsteigt (Taf. XXXII, Fig. 21), gleichmässig an beiden Seitenflächen sich verflacht. Im Ganzen ist die Erhebung in diesen beträchtlicher, als in der horizontalen. Die obere Fläche der *crista* ist abgerundet (Taf. XXXII, Fig. 33) und nur an den Enden derselben plan und verbreitert. Dort treten dann die *plana semilunata* auf, von denen sich jedoch in der horizontalen Ampulle nur eines am Ende der Gehörleiste, an der oberen Seitenwand findet. Dann zeigen die *cristae* der frontalen und sagittalen Ampulle noch eine im hohen Grade interessante Eigenthümlichkeit. Wir finden nämlich über die Mitte der Seitenflächen (Taf. XXXII, Fig. 20 *a*, Fig. 21 *b*) der Abhänge, die sich senkrecht aus dem Boden bis zur Basis der gewölbten, oberen Fläche erheben, breite niedrige Wülste verlaufen, die unter der oberen Fläche am breitesten und zugleich am höchsten erscheinen. Betrachtet man nun eine Leiste so, dass man die obere Wölbung von der Fläche zu Gesicht bekommt (Taf. XXXII, Fig. 20), so zeigt sie einen Anklang an die Kreuzgestalt, die wir in so ausgeprägter, characteristischer Form bei den Schlangen, Eidechsen und Vögeln auftreten sehen, nur dass hier diese Seitenwülste viel niedriger und abgerundeter erscheinen und nicht mit scharfer Kante vorragen. Sie bilden bei den Crocodilen ein Mittelding zwischen den *cristae* der Schild-

kröten und der Vögel, oder zwischen denen der Schildkröten und der Eidechsen. Bei den *Cheloniae* finden wir dieselben kaum als schwache Ausbiegungen der Seitenwände angedeutet, hier sind sie stärker geworden, um dann als quere Schenkel der kreuzförmigen Gehörleisten zum letzten Male in den verticalen Ampullen der Vögel den Höhepunct ihrer Entwicklung zu gewinnen. Legt man die Leisten nun so, dass man ihre Seitenflächen betrachten kann (Taf. XXXII, Fig. 21, 23), so sieht man dann weiter aus der Tiefe der verticalen Ampullen die Nervenäste divergirend und in Bündel getheilt (Taf. XXXII, Fig. 33 *c*) zu beiden Seiten der Mittellinie gegen die Oberfläche empor verlaufen, während in der horizontalen die Nervenäste compact, schräg gegen das Ende der Leiste an der oberen Seitenwand ziehen und während dieses Verlaufes senkrecht gegen die freie Oberfläche emporziehende Nervenbündel abgeben.

Die Masse der *cristae* besteht wiederum aus Spindelknorpel, dessen Zellen (Taf. XXXII, Fig. 33) mit ihren Fortsätzen auf- und abwärts gerichtet sind. Das Centrum wird von den zu Bündeln zusammengedrängten, doppeltcontourirten Nervenfasern durchsetzt und erst hoch oben in der Leiste zerfallen dieselben (Taf. XXXII, Fig. 33) in sekundäre Bündel, die ebenfalls senkrecht aufsteigen und diese lösen sich erst dicht unter der Oberfläche in ihre einzelnen Fasern auf, die mitunter einen schwachen Plexus bilden und dann jede für sich den Basalsaum durchbohren. Vor der Durchbohrung verlieren die doppeltcontourirten Fasern ihre Markscheide und werden zu blassen, mit Schwann'scher Scheide versehenen Axencylindern. Die Oberfläche der Spindelknorpelmasse zeigt wiederum die homogene Basalmembran, und was die Zellbekleidung an den Seitenwänden betrifft (Taf. XXXII, Fig. 33 *d*), so stellen dieselben niedrige Cylinder, oder mehr cubische Zellen mit grossem, rundlichen Kerne dar, und diese nehmen erst in der unmittelbarsten Umgebung (Taf. XXXII, Fig. 33 *b*) der abgerundeten, oberen Fläche rasch an Höhe zu und bekommen ein glashelles Aussehen, wie die der Mitte des *planum semilunatum*. Sie tragen dann den Kern in der Mitte, um darauf von dem Nervenepithel abgelöst zu werden.

Was nun dieses betrifft, so waren die von mir untersuchten *cristae* nicht so vollkommen conservirt, dass es möglich gewesen wäre, nach allen Seiten hin die Natur der Constituenten zu erforschen, allein ich habe wenigstens so viel gesehen, dass ich mich berechtigt halte, ein Urtheil über dasselbe zu fällen und mich dahin auszusprechen, dass es sich nicht anders verhält, wie bei den anderen Wirbelthieren. Ein Wald feiner Haare (Taf. XXXII, Fig. 23 *c*) überragt dieses Epithel, von denen ich die einzelnen nicht in ihrer ganzen Länge verfolgen konnte, da ihre feine Spitze sich durchgehends in Myelintropfen umgewandelt und die Haare ragen dann wieder, wie ich das auf das Unzwei-

felhafteste gesehen, in eine homogene Membran, eine *membrana tectoria* oder *cupula terminalis* (LANG) (Taf. XXXII, Fig. 21 *a*). Diese begiebt sich nicht über den Bereich des Nervenepithels hinaus. Die *cristae* mit ihrem Nervenepithel und ihren *cupulae terminales* ragen gut bis zu $^2/_3$ der Höhe des Binnenraumes der Ampullen empor. Das Nervenepithel (Taf. XXXII, Fig. 33 *a*) zeigte auf dem Querschnitte dieselben zwei Kernreihen übereinander gelagert, wie ich sie bei allen Gehörleisten angetroffen und von denen die obere zu den Stäbchen oder Gehörzellen gehörte, während die untere den Isolations- oder Zahnzellen eigenthümlich. So wird denn auch hier das Nervenepithel aus diesen beiden Zellformen bestehen, die bei der Flächenbetrachtung als grössere, von kleineren umgebene Kreise sich darstellen, von denen die grösseren den Gehör-, die kleineren den Isolationszellen angehören. Die Nerven habe ich nicht über die Knorpelmasse hinaus verfolgen können.

Nähere Angaben vermag ich mit Bezug auf ihren mikroskopischen Bau über die so wichtige *membrana tectoria s. cupula terminalis* zu machen. Es ist eine derbe, aber ausserordentlich leicht aus ihrer Lage zu bringende Membran, die nur bei äusserst sorgsamer Isolation der *crista* und auch dann nur im glücklichen Falle in ihren Verhältnissen zu Gesicht kommt. Sie ist structurlos, glashell, durchsichtig und bietet nur an der dem Nervenepithel aufliegenden Fläche besondere Structurverhältnisse, wie wir das auch bereits bei anderen Wirbelthieren gesehen. Ich bin dabei lebhaft an die Zeichnungen erinnert, die man über das Nervenepithel der *cristae* bei den *Cyclostomen* verlaufen sieht und die ihre Ursache in einer besonderen Anordnung der Gehör- und Isolationszellen haben (Taf. XXXII, Fig. 34). Ausserdem sieht man die ganze Nervenepithelfläche der Deckmembran mit grösseren und kleineren (Taf. XXXII, Fig. 34 *a*, *b*), dicht aneinander gedrängten und nur durch dünne Substanzbrücken von einander getrennten Oeffnungen versehen. Dieselben erscheinen bald kreisrund, bald länglich oval, namentlich was die grösseren betrifft, während die kleineren in ihrer überwiegenden Mehrzahl kreisrund sind. Die grösseren führen in glockenförmige Hohlräume, die zur Aufnahme der einzelnen Gehörhärchen dienen und ihre Ränder ruhen auf der Peripherie des Verdickungssaumes der Gehörzellen, der wohl auch bei diesen Thieren sich finden wird, während die kleineren die Oeffnungen flacher Vertiefungen darstellen, in die sich die wohl auch bei den Crocodilen vorhandenen, keulenförmigen, freien Enden der Isolationszellen hineinlegen.

Die Bogengangcommissur (Taf. XXXII, Fig. 13 *f*) stellt eine kurze, nach hinten unten und aussen gerichtete, zartwandige, cylindrische Röhre dar, in die oben zunächst die verticalen Gänge münden, während unten von der Aussenseite her mit einer Erweiterung der hori-

zontale Gang kommt und zwar geschieht die Einmündung mit allmäliger Verdünnung ihrer Wandungen. Die Spindelknorpelmasse verwandelt sich in eine homogene Bindegewebsmembran und zwar durch Abnahme und Umänderung der homogenen Grundsubstanz und durch Umwandlung der spindelförmigen Zellen in mehr rundliche, die nach verschiedenen Seiten ihre Ausläufer senden. Der horizontale Gang mündet so, dass das ausgeschnittene, vordere Ende der Innenwand desselben (Taf. XXXII, Fig. 24 *d*), mit dem vorderen Ende der Aussenwand der Verbindungsröhre der frontalen Ampulle verschmilzt, während die Aussenwand continuirlich in die Aussenwand des *utriculus* (Taf. XXXII, Fig. 26 *b*) übergeht. Die Commissur trägt ebenso wie die gleichbeschaffene Verbindungsröhre der alleinstehenden, hinteren Ampulle (Taf. XXXII, Fig. 13 *m*) an den meisten Stellen ein helles, polygonales, niedriges Pflasterepithel, ähnlich wie in den Bogengängen und Ampullen, allein hier und da sieht man dunklere Zellflecke auftreten, innerhalb deren sich eine wirtelartige Anordnung der Zellen geltend macht und das wird dadurch bedingt, dass einmal die Pflasterzellen stärker granulirt und von geringerem Durchmesser erscheinen und dann zugleich ihre Form ändern. Sie sind mehr spindelförmig und convergiren gegen das Centrum des Fleckes in bogenförmigen Reihen. Solche Flecke scheinen mir vorzugsweise an der inneren Wand vorhanden zu sein.

Der *utriculus* (Taf. XXXII, Fig. 13 *g*, Taf. XXXII, Fig. 26 *b*), der sich von vorne unten und aussen, nach hinten oben und innen erstreckt und wie bei den Schlangen und Eidechsen unter einem nach unten hin offenen, stumpfen Winkel mit der nach oben innen und vorne verlaufenden Verbindungsröhre der frontalen Ampulle (Taf. XXXII, Fig. 13 *m*), am unteren Ende der Commissur zusammenstösst und so wie diese an dem unteren Theile ihrer Aussenwand ein wenig von dem unterliegenden Sacke (Taf. XXXII, Fig. 26 *e*) überlagert erscheint, lässt sich auch bei den Crocodilen in einen an die vorderen Ampullen anstossenden *recessus utriculi* (Taf. XXXII, Fig. 13 *a*) und in einen eigentlichen *utriculus* trennen, die durch einen schwachen Einschnitt an der Unterfläche und durch eine entsprechend schwache Leiste am Boden des Binnenraumes von einander abgesetzt sind. Der eigentliche *utriculus* ist eine weite, dünnwandige, cylindrische Röhre, deren Wandung dieselben Structurverhältnisse wie die Commissur darbietet und die von Gefässen dicht umsponnen erscheint. Nur das Epithel bietet besonders am Dache, an der Ober- und Innenwand Besonderheiten dar, auf die ich aus vergleichend anatomischen Gründen die Aufmerksamkeit lenken möchte. Die gewöhnliche Zellbekleidung besteht aus den unregelmässigen, polygonalen, hellen Pflasterzellen, wie in der Commissur, allein an den oben

angegebenen Wänden finden wir dunklere, mehr granulirte (Taf. XXXII, Fig. 35) auftreten, die ich wohl als Pigmentzellen beschrieben habe, ohne damit andeuten zu wollen, dass wirklich Pigment in denselben abgelagert ist. Ich gab ihnen deswegen ihren Namen, weil wir solche bei den Fröschen in eigenthümlicher gelber Färbung am Boden der Ampullen auftreten sahen. Diese Zellen erinnern auf das Lebhafteste an die Zellen mit sternförmigen Querschnitt, wie sie bei den Fischen von M. Schultze beschrieben sind und von denen ich nach dem Vorgange von Hartmann behauptete, es handle sich um dunklere Zellencomplexe, die zwischen die Pflasterzellen entweder zusammenhängend, wie in den Ampullen der Frösche, oder in unregelmässigen Gruppen zerstreut, wie bei den Fischen, zwischen die gewöhnlichen Pflasterzellen eingesprengt sind. Bei den Crocodilen sehen wir etwas Aehnliches. Wir finden solche dunkelgranulirte, mit rundlichen Kernen versehene Pflasterzellen in den allermannigfaltigsten Formen (Taf. XXXII, Fig. 35) bald spindelförmig, bald polygonal, bald mit feinen Ausläufern versehen, entweder einzeln oder in Gruppen zu zwei zwischen den hellen Pflasterzellen gelagert und ich halte sie demnach für homolog denen, die bei den Fischen und Fröschen als Zellcomplexe mit sternförmigem Querschnitte beschrieben sind. Diese Zellen der Fische haben nun aber seit den neuen, schönen Untersuchungen von Retzius[1]) über das Fischgehörorgan, die beinahe gleichzeitig mit den meinigen in die Oeffentlichkeit traten, ein besonderes Interesse gewonnen. Er hält es für möglich, dass es sich um contractile Zellen handle, die im Binnenraume des Gehörorganes über der gewöhnlichen Pflasterepithelbekleidung gelagert sind, deren Kerne dann durch den protoplasmatischen Körper dieser Zellen durchschimmern und so die mit vielen Kernen versehenen Zellen, mit sternförmigem Querschnitte (M. Schultze) vortäuschen können. Er glaubt, es beruhe auf einem Irrthum, wenn Hartmann und ich dieselben als Zellcomplexe betrachten. Ich gestehe, dass mich diese Ansicht des geehrten Forschers lebhaft interessirt, um so mehr, weil mir die proteusartige Gestalt dieser Zellen gleich von Anfang an aufgefallen und in mir wohl den Gedanken an contractile Zellen wach rief, die ich von vorne herein überall anzunehmen geneigt bin, wo an einfachen Zellen starke Formenwechsel vorkommen. Ich habe nämlich bei den Crocodilen (Taf. XXXII, Fig. 35 *a*) (die Fische habe ich nicht wieder untersucht) durch einen Theil dieser dunklen Zellen an einzelnen Stellen, aber selten Contouren, die den benachbarten, hellen Pflasterzellen angehören, durchschimmern sehen, allein dieser Befund ist so vereinzelt gewesen, dass ich auf Grund desselben nicht durchaus geneigt bin, mich

1) Anatomische Untersuchungen. Stockholm 1872.

der Ansicht von Retzius anzuschliessen, dass wirklich alle Zellen die Pflasterzellen decken, denn bei den Crocodilen sind die meisten von ihnen zwischen sie eingesprengt. Immerhin ist die vorhin angeführte Thatsache zu Gunsten der Ansicht von Retzius sprechend und es würde mich freuen, wenn dieselbe durch weitere Forschungen Bestätigung fände und somit die Differenz zwischen den Ansichten M. Schultze's und den meinen mit Bezug auf diese Gebilde vollkommen gelöst würde.

Der *recessus utriculi* (Taf. XXXII, Fig. 13 *a*), der nur mittelst einer Spalte, die ich bereits beschrieben, mit dem Raume der vorderen Ampullen, speciell der sagittalen, communicirt und somit durch eine sehr tiefe Einschnürung von denselben abgesetzt ist, ist in seiner Wandung beträchtlich verdickt und namentlich am Boden, der die *macula acustica* (Taf. XXXII, Fig. 25) trägt und der von den Utricularästen des *acusticus* durchsetzt wird. Sie besteht aus Spindelknorpelmasse, die im Binnenraume, abgesehen von der homogenen, feinen Basalmembran am Dache, an der Aussen- und Innenwand ein Epithel trägt, das wie in dem eigentlichen *utriculus* gestaltet, hier und da wieder die dunklen Zellen zeigt, die ich so eben ausführlicher betrachtet. Erst an dem Boden, in der Umgebung der *macula acustica* wird das Epithel (Taf. XXXII, Fig. 36) allmälig wie im *planum semilunatum* höher, cylindrisch. Die Zellformen sind identisch mit denen des *planum*, glashell und sie tragen dort, wo sie wie in der unmittelbarsten Nähe der *macula acustica* (Taf. XXXII, Fig. 37 *c*), ihre grösste Höhe erreichen, den Kern in der Mitte. Die *macula acustica* (Taf. XXXII, Fig. 25) ist nicht vollkommen rundlich, sondern an der einen Kante halbmondförmig ausgeschnitten und sie ist von einer gleichgeformten Otolithenmasse (Taf. XXXII, Fig. 27) überlagert, auf die ich gleich näher zu sprechen komme. Die gegen die Ampullen hin immer mehr sich verdickende Spindelknorpelmasse des Bodens des *recessus* zeigt ausser den fächerartig ausstrahlenden Nerven, die anfangs in Bündel zusammengedrängt sind und dann in ihre Fasern zerfallen und gegen die freie Oberfläche emporverlaufen, ausserordentlich reichliche Gefässe und was dann das Nervenepithel betrifft, so ist es mir besser wie in den Ampullen gelungen, den Character desselben festzustellen (Taf. XXXII, Fig. 37) und die Identität mit demjenigen der übrigen Wirbelthiere nachzuweisen. Wir haben auch hier wieder die beiden Kernreihen, von denen die der Basalmembran mehr oder minder dicht aufliegende, den hohen, cylindrischen Isolationszellen angehört, die in ihrem peripheren Ende fadenförmig auslaufen, während die andere zu den Gehörzellen gehört, zwischen denen sich die erste Zellform emporstreckt und die (Taf. XXXII, Fig. 37 *b*) die bekannte Flaschenform, den Kern in dem Bauche der Flasche, besitzen, während sich an der freien Oberfläche ein Verdickungs-

saum cuticularer Natur befindet, aus welchem sich dann ein ungemein spitz auslaufendes, kurzes Haar erhebt (Taf. XXXII, Fig. 37 *a*). Von der Fläche betrachtet sehen wir demnach, entsprechend den Stäbchen oder Gehörzellen, grössere Kreise auftreten, die von kleineren, den oberen Enden der Isolations- oder Zahnzellen umgeben sind. Den Zusammenhang der Nerven mit den Hörzellen und das Verhalten derselben im Epithel überhaupt habe ich wegen unzureichenden Materiales nicht zu eruiren vermocht. Was nun schliesslich die Otolithenmasse (Taf. XXXII, Fig. 27) betrifft, so ist diese sehr leicht *in toto* abzuheben und das rührt daher, dass dieselbe von einer ziemlich festen, homogenen Otolithenmembran (Taf. XXXII, Fig. 27) sackartig umschlossen wird. Leider ist es mir nicht möglich gewesen, zu constatiren, ob wie bei den Fischen an derjenigen Fläche der Membran, die dem Nervenepithel der *macula* aufliegt, und in der *membrana tectoria* Oeffnungen glockenförmiger Räume vorkommen, in die die Gehörhaare hineinragen, wenn mir auch solches nach dem Verhalten bei anderen Thieren, namentlich den Schildkröten, nicht unwahrscheinlich.

Der vorzugsweise unter und hinter dem *utriculus* (Taf. XXXII, Fig. 12, 13, 24), unter dem unteren Ende der Commissur und der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle, ähnlich wie bei den Schildkröten sich ausdehnende Sack besitzt nahezu (Taf. XXXII, Fig. 12 *l*) eine kugelrunde Gestalt und liegt, wie bereits erwähnt (Taf. XXXII, Fig. 26), mit seinem oberen Theile in geringer Höhe nach aussen von den soeben erwähnten Theilen, mit dem grössten Theile seiner Innenwand aber in dem *recessus sacculi* der *cavitas vestibuli* bis zur Vorhofsleiste herunter. Vorzugsweise an diesen letzteren Theil breitet sich der Sacknerv aus, zu dem sich dann noch, wie WINDISCHMANN behauptet, ein Ast des Schneckennerven gesellt. Hinten in der Mitte ziehen sich die Sackwände zu einer kurzen, vor der hinteren, frontalen Ampulle gelegenen, nach vorne übergebogenen, cylindrischen, derben Röhre (Taf. XXXII, Fig. 13 *d*) aus, dem *canalis reuniens*. Die Sackinnenwand, die die *macula acustica* (Taf. XXXII, Fig. 26 *e*) trägt, ist sehr dick, die Aussenwand dagegen eine zarte Membran, durch welche (Taf. XXXII, Fig. 12) die den Sackbinnenraum nahezu ganz bis auf geringe Zwischenräume oben vorne ausfüllende Otolithenmassse (Taf. XXXII, Fig. 28) deutlich durchschimmert. Der Sack lässt sich nahezu vollständig von den anliegenden Theilen, so auch von der Aussenwand des *utriculus* isoliren. Nur an einer wenig ausgedehnten Stelle, gerade unterhalb der Mitte der Einmündung der Commissur, an dem unteren Theile der Aussenwand, wo *utriculus*, Verbindungsrohr der hinteren Ampulle und Bogengangcommissur zusammentreffen, verbindet sich der Sack mit den anliegenden Theilen, ähnlich wie wir es bei den Schlangen, Eidechsen und Schildkröten sehen

und dieser Verbindung entspricht eine Oeffnung im *utriculus* und eine im Sacke und zwar an der Innenwand desselben, die ihr Lumen nach aussen kehrt (Taf. XXXII, Fig. 26 *c*, Fig. 24 *e*). Unterhalb und etwas nach vorne von dieser finden wir eine zweite, grössere (Taf. XXXII, Fig. 24 *f*, Fig. 26 *d*), die nach aussen und abwärts sieht und im Niveau des unteren Randes des *utriculus* gelagert erscheint. Es ist die *apertura aquaeductus vestibuli*, die in eine kurze, cylindrische, medianwärts von dem unteren Ende der Commissur (Taf. XXXII, Fig. 13 *e*) gelegene Röhre übergeht, die sich aufwärts zur *apertura aquaeductus vestibuli ossea* begiebt und hier die Innenwand des Gehäuses gegen die Schädelhöhle hin durchsetzt. Diese Vorhofswasserleitung hat schon Ibsen in einer prächtigen Figur sehr schön gezeichnet. Die dunkle *macula acustica* (Taf. XXXII, Fig. 24 *e*) hat, der Otolithenmasse entsprechend, eine rundliche, unten etwas ausgeschnittene Gestalt. Die Aussenwand des *sacculus* wird durch eine zarte, homogene Bindegewebsmembran, die in ihrer Structur der der Schildkröten entspricht und die gegen die Innenwand hin ziemlich schnell in die Spindelknorpelmasse auf eine schon öfters bei anderen Thieren geschilderte Weise übergeht, gebildet. Sie trägt gerade wie bei den Schildkröten ein schönes, hohes, regelmässige Polygone bildendes Cylinderepithel (Taf. XXXII, Fig. 39) mit rundlichen Kernen, das sich erst an dem Uebergange in die Innenwand unten und namentlich oben in ein niederes, unregelmässig polygonales Pflasterepithel (Taf. XXXII, Fig. 38) verwandelt. Diese werden dann, wie im *recessus utriculi* und in den *plana semilunata* in der Umgebung des Gehörfleckes wieder zu schönen, glashellen Cylindern. Ueber die Structur der *macula* besitze ich keine Erfahrungen. Einer oberflächlichen Betrachtung nach zu urtheilen, verhält sie sich in ihrem Nervenepithel nicht anders, wie die *macula utriculi* und das Nervenepithel der Ampullengehörleisten, wie das auch nicht anders zu erwarten. Die Otolithenmasse, die ebenfalls von einer Otolithensackmembran umgeben ist, deren feinere Structur ich ebenfalls nicht eingehend untersuchen konnte, macht den Eindruck eines *lapillus*, wie bei den Fischen, besteht aber aus innig mit einander verbundenen Kalkkrystallchen, wie bei den höheren Thieren, von den *Plagiostomen* angefangen. Der ziemlich dickwandige *canalis reuniens* ist wie der *aquaeductus vestibuli* von einem niedrigen, indifferenten Epithel ausgekleidet und verbindet sich sehr locker mit der Basis der Schnecke, gegen die sein äusseres Ende etwas abwärts gerichtet ist und zwar auf dieselbe Weise wie bei den Vögeln, indem er sich an die innere Wand der oberen Vereinigung der Schneckenknorpel, dem Homologon des Vorhofsblindsackes und an den oberen Rand des *tegmentum vasculosum* (Taf. XXXII, Fig. 14 *b*) anheftet, das sich aber viel sauberer von ihm trennen lässt, als bei den Vögeln.

Habe ich nun anlässlich meiner Schilderung der Vorhofstheile, des Labyrinthes und der Bogengänge, Derer nur beiläufig gedacht, die vor mir dieses Thema bearbeitet, so liegt das weniger an meinem guten Willen, als darin, dass die Angaben selbst bei WINDISCHMANN ausserordentlich dürftig sind. Anders dagegen verhält es sich mit IBSEN und es ist nicht zu viel gesagt, dass meine Beschreibung der morphologischen Verhältnisse in den meisten Beziehungen der Text zu den Abbildungen gewesen ist, die er geliefert und ich halte mich überzeugt, dass, wenn das dem Publicum leider noch immer vorenthaltene Manuscript zu seinen *Tabulae* und seiner *Explicatio tabularum* im Drucke vorläge, meine Schilderung eine Bestätigung seiner Ansichten und *vice versa* wäre. Dasselbe gilt auch für die morphologischen Verhältnisse der Schnecke, die WINDISCHMANN eingehender zergliedert und dessen Beschreibung in manchen Puncten die meinige ergänzen kann, wenn ich auch in wesentlichen anderen, namentlich was das *tegmentum vasculosum* betrifft, ihm entgegentreten muss.

Das, wie schon WINDISCHMAMN richtig hervorhebt, in allem Wesentlichen mit der Schnecke der Vögel übereinstimmende Schneckenrohr der Crocodile ist, um das gleich als principiell wichtig vorauszuschicken, allseitig geschlossen und der Binnenraum desselben, die *scala media s. cochlearis*, ist wie bei allen Wirbelthieren vollkommen von dem *cavum perilymphaticum* und somit von der *scala vestibuli* und *tympani* abgetrennt. Ferner ist es an seinem unteren Ende, dem häutigen Kuppelblindsacke, oder der *lagena* blind geschlossen, oben aber durch Hülfe der cylindrischen Röhre, des *canalis reuniens* mit dem Binnenraume des *sacculus* in Verbindung. Das Schneckenrohr ist stärker gekrümmt, wie bei den von mir untersuchten Vögeln und zeigt noch ausgeprägter als diese die spiralige Krümmung, die nahezu $^3/_4$ eines langgezogenen Schraubenganges repräsentirt, während sie bei den Vögeln nur $^1/_2$ betrug. Die eine Fläche z. B. des Schneckenanfanges, des oberen Theiles sieht im Wesentlichen nach innen, am unteren Ende dagegen beinahe nach aussen und hinten. Die also anfänglich an der Innenwand gelagerten Theile kommen an der Mitte der Schnecke nach hinten, an dem Ende nach hinten aussen zu liegen (Taf. XXXII, Fig. 12, 13) und daraus kann man sich die Lage der hinteren, vorderen und äusseren Fläche leicht ableiten. Dem entsprechend ändert sich natürlich auch von oben nach unten die Lage der bereits beschriebenen *cava perilymphatica cochleae*, der *scalae*. Das häutige Schneckenrohr ist wie die knöcherne im Ganzen genommen kegelförmig, oben die Basis, unten die ampullenförmig erweiterte Spitze, die *lagena*, der häutige Kuppelblindsack (Taf. XXXII, Fig. 13 *n*, Fig. 14 *f*). Die Schnecke besteht, wie schon WINDISCHMANN richtig hervorgehoben, wie bei den Säugern, Vögeln und den übrigen Reptilien, aus vier Thei-

len, aus einem Knorpelrahmen, einem *tegmentum vasculosum*, dem Homologon der *membrana Reissneri* und aus einer *membrana basilaris*, von denen jene den Schneckenbinnenraum, die *scala media*, von der Vorhofstreppe, diese denselben von der *scala tympani* abtrennt.

Der Knorpelrahmen besteht wieder aus zwei oben und unten (Taf. XXXII, Fig. 14 *c, f*) mit einander vereinigten Knorpeln, einem vorderen, dreieckigen (Taf. XXXII, Fig. 12 *h*), dem Homologon des *ligamentum spirale* der Säuger und einem hinteren, viereckigen (Taf. XXXII, Fig. 12 *k*), oder Nervenknorpel, dem Homologon des *limbus spiralis cartilagineus*, deren erste Bildung wir bereits bei den Fröschen verfolgen können. Abgesehen von der Membran des *canalis lymphaticus* erheben sich an den Flächen der Knorpel des Schneckenrohres mit Ausnahme derjenigen, die in den Schneckenbinnenraum sieht, bald dichter, bald sparsamer Faserstränge, aber durchaus nicht so dicht, wie bei den Schildkröten, die Ueberbleibsel des embryonalen die *scalae* ausfüllenden Gallertgewebes und ausserdem sehen wir Gefässe an ihnen entlang verlaufen. Das ganze Schneckenrohr lässt sich füglich wie bei den übrigen Reptilien und bei den Vögeln in eine obere, *pars basilaris* und in eine untere, *pars lagenae* theilen, von denen jene die weit überwiegende ist. Da ich keine eingehenden, histiologischen Untersuchungen habe anstellen können, so vermag ich über die genaue Grenze zwischen den beiden Nichts auszusagen, worauf ich alsbald wieder zurückkommen werde.

Beginnen wir mit der *pars basilaris*, so sehen wir, dass dieselbe ihre grösste Ausdehnung, namentlich in der Breite, oben am *canalis reuniens* (Taf. XXXII, Fig. 14) besitzt und es könnte das auf die Vermuthung führen, dass dem entsprechend auch der Binnenraum der Schnecke, die *scala media*, dort am ausgedehntesten. Das ist aber vollkommen irrig, im Gegentheil, derselbe ist nirgends geringer an Caliber, als gerade am Beginne, am Ende des *canalis reuniens* (Taf. XXXII, Fig. 14 *b*) und nimmt von da an gegen den Kuppelblindsack, die *pars lagenae*, immer mehr an Weite zu, ob aber auf vollkommen gleichmässige, nach bestimmten Gesetzen geregelte Weise, das möchte ich dahin gestellt sein lassen. Um darüber eine Entscheidung zu treffen, wären successive Querschnitte absolut nothwendig. Die grössere Ausdehnung der Schnecke muss also ihre Ursache in der Ausdehnung eines ausserhalb des Bereiches der *scala media* liegenden Theiles haben und da nun *tegmentum vasculosum* und *membrana basilaris* hier wie bei keinem anderen Wirbelthiere dieses thun, so bleibt also nur der Knorpelrahmen mit seinen beiden Schenkeln übrig. Diese sind in der That die Ursache und ich will daher mit deren Schilderung den Anfang machen und vorausschicken, dass sie von oben nach unten continuirlich an Masse ab-

nehmen, natürlich in den Theilen, die nicht den Schneckenbinnenraum begrenzen.

Die Knorpel lehnen sich mit der, ihrer *scala media*-Wand entgegengesetzten, convexen Fläche, die bei beiden ziemlich gleichmässig gekrümmt zu sein scheint, an den Knochen und zwar der vordere, dreieckige, im Anfange eigentlich der vordere äussere, nach abwärts mehr der vordere, das Homologon des *ligamentum spirale* (Taf. XXXII, Fig. 12 *k*) an den *sulcus*, dem Homologon der *lamina spiralis secundaria*, der hintere dagegen, im Anfange der hintere innere (Taf. XXXII, Fig. 13 *k*), der *limbus spiralis cartilagineus* an das Homologon der *lamina spiralis ossea*. Oben liegen beide, wie bereits bemerkt, nahezu horizontal, die *tegmentum vasculosum*-Fläche nach oben, die der Basilarmembran nach unten. Hinten vereinigen sie sich aber wie bei den Vögeln bogenförmig (Taf. XXXII, Fig. 14 *c*) und überwölben gleichsam, die erste Andeutung eines Vorhofsblindsackes, eine nach oben sehende, rundliche Oeffnung (Taf. XXXII, Fig. 14 *b*), die von dem Beginne des *tegmentum vasculosum* (Taf. XXXII, Fig. 14 *a*) arcadenförmig begrenzt wird, die *apertura scalae mediae*, die auch bei den Vögeln in ähnlicher Weise vorhanden und an deren Circumferenz das nach aussen und abwärts sehende Ende des *canalis reuniens* sich anheftet. Die Form der Knorpel entspricht, so viel ich gesehen, in manchen Beziehungen mehr denen der Schildkröten, als denen der Vögel. Abgesehen von der Vorderfläche, mit der wir den vorderen Knorpel, das *ligamentum spirale*, sich an den Knochen legen sehen und die an die gleiche bei den Vögeln und Säugern erinnert, sehen wir dasselbe gegen die *scala vestibuli* (Taf. XXXII, Fig. 13 *i*) nicht wie bei den Vögeln eine scharfe Leiste senden, an deren Ende sich wie bei den Menschen und Säugern das *tegmentum vasculosum*, oder die *membrana Reissneri* anheftet, sondern wir finden hier wie bei den Schildkröten anfänglich gegen die *cavitas vestibuli*, später in die *scala vestibuli* sehend eine, namentlich im Beginne, breite Fläche, die eben die Massenentwicklung des Knorpels bedingt. Erst am hinteren, von dem Knochen entfernten Rande derselben sehen wir das *tegmentum vasculosum* (Taf. XXXII, Fig. 13 *l*), die *membrana Reissneri* sich anheften. Je weiter wir nun aber nach abwärts kommen, desto schmäler wird diese vestibulare Fläche und macht am unteren Drittel (Taf. XXXII, Fig. 13) einer Kante Platz, so dass also je weiter abwärts, der Ansatz der Membran desto näher dem Knochen zu liegen kommt. Was dann die Form des Knorpels gegen die tympanale Seite betrifft (Taf. XXXII, Fig. 14, Fig. 12 *h*), so sehen wir sie wie bei den Vögeln sich mit einer scharfen Leiste an die Knochenwand entlang schieben und stark ausgehöhlt, wie auch die dritte Fläche, die in den Binnenraum der Schnecke hineinsieht, wie bei den höchsten Wirbelthieren

ausgehöhlt erscheint. Wo nun diese beiden zuletzt geschilderten zusammenstossen, da findet sich eine scharf vorspringende Leiste, auf dem Querschnitte ein stark einspringender Winkel, der zum Ansatze der *membrana basilaris* dient und den ich den *angulus basilaris* nennen will. Wenn nun, wie es auch bei den Vögeln der Fall, die tympanale Leiste des *ligamentum spirale* sich verdickt und dem anderen Knorpel entgegenwächst, so hat das, da dieses Wachsthum gegen die Basilarmembran vor sich gehen muss, zur Folge, dass, wie bei jenen Thieren, die Basilarmembran verdrängt wird und vorderer und hinterer Knorpel, *ligamentum spirale* und *limbus spiralis cartilagineus*, an der tympanalen Seite sich vereinigen und den Schneckenbinnenraum begrenzen. Auf diese Weise kommt dann die tympanale Wand der *lagena*, des häutigen Kuppelblindsackes zu Stande. Diese Vereinigung findet nun aber, statt wie bei den Vögeln, nur am äussersten Ende der Schnecke, schon am oberen Ende des unteren Drittels statt (Taf. XXXII, Fig. 12 *i*). Ob aber dort schon die tympanale Wand der *pars basilaris*, die *membrana basilaris*, verdrängt ist, oder ob, wie ich einigen Grund zu glauben habe, dies erst am untersten Ende der Schnecke geschieht, das vermag ich nicht mit Bestimmtheit anzugeben. Jedenfalls geschieht die Vereinigung der beiden Knorpel tympanalwärts früher als bei den höheren Thieren, möge sich nun die *lagena*, der häutige Kuppelblindsack, der Crocodile, wie bei den Vögeln auf das unterste Ende beschränken, was ich glaube, oder möge sich die *pars lagenae* über das ganze untere Schneckendrittel ausdehnen. Allein nicht nur in der *scala tympani*, sondern auch in der Vorhofstreppe vereinigen sich die beiden Knorpel, aber schneller, sie schliessen sich von oben bogenförmig zusammen, verdrängen das *tegmentum vasculosum* und umschliessen somit den Schneckenbinnenraum an der *pars lagenaris* auch auf der vestibularen Seite knorplig. Diese Vereinigung geht aber, und das spricht für meine vorhin geäusserte Ansicht über die Ausdehnung der *pars lagenae*, erst am untersten Schneckenende vor sich. Somit wird dann der Binnenraum der *lagena*, des Kuppelblindsackes wie bei den übrigen Wirbelthieren, allseitig knorplig begrenzt. An der dem Knochen anliegenden, tympanalen Kante des Nervenknorpels (Taf. XXXII, Fig. 14 *d*) entspringt, wie wir wissen, die *membrana canalis perilymphatici*. Ausserdem sehen wir aber auf der tympanalen Fläche, die auch dieser Knorpel besitzt, den *nervus cochleae* hinziehen und fächerartig bis hinauf zur *apertura scalae mediae* strahlen, allein er geht oben nicht über den Bereich des hinteren auf den vorderen Knorpel über. Ausserdem verläuft, wie Windischmann richtig zeichnet, ein zarter Zweig *(ramus lagenae)* abwärts, um sich, wie sein Name sagt, an der *lagena* auszubreiten. Die Fläche des Knorpels, die der *scala media* entgegengekehrt ist, ist ebenfalls ausgehöhlt *(sulcus spiralis)* und wo die

tympanale und diese Wand zusammenstossen, da findet sich eine Leiste, das *labium tympanicum,* die auf dem Querschnitt als vorspringender Winkel, *angulus basilaris,* sich darstellt, zum Ansatze des anderen Endes der Basilarmembran. Ausserdem sehen wir aber, dass dieses *labium,* wie bei den Vögeln und Menschen, ein gekerbtes, durchbrochenes Aussehen *(habenula perforata)* besitzt (Taf. XXXII, Fig. 14 *e*) und dieses rührt von dem gegen den Binnenraum durchbrechenden Aste des Schneckennerven her. Die Fläche des Nervenknorpels, die in die *scala vestibuli* hineinsieht, ist wie die des anderen gestaltet. Anfangs breit und dadurch die Verbreiterung der Schneckenbasis bedingend und an der vorderen Kante dem *tegmentum vasculosum* zur Anheftung dienend, wird sie nach unten hin schmal und kammartig.

Was nun die Basilarmembran betrifft, die die *scala tympani* von der *media* abschliesst und die sich zwischen den beiden *anguli basilares* straff ausspannt, so vermag ich darüber nur so viel zu sagen, dass dieselbe wie bei den Vögeln an der oberen, bogenförmigen Vereinigung der Knorpel schmal und abgerundet beginnt und dann continuirlich an Breite zunimmt, um entweder am oberen Ende des unteren Drittels, oder, wie mir wahrscheinlich, ganz unten an der eigentlichen *lagena* zu enden. Es will mir nun aber scheinen, als ob diese Breitenzunahme nicht eine continuirliche sei, sondern dass dieselbe nur bis unter die Mitte geht, von da an aber wieder einer Breitenabnahme Platz macht, die aber nicht so beträchtlich, wie an dem oberen Ende, am Anfange der Schnecke. Zudem sehe ich, wie bei den Vögeln, dass der Theil der Basilarmembran, der sich an den Nervenknorpel anschliesst, einen breiteren Zellstreifen an der *scala media*-Fläche besitzt und da möchte wohl der Schluss gerechtfertigt sein, dass derselbe dem Nervenepithel entspricht. Als ausserordentlich wichtig hätte ich dann noch hervorzuheben, dass ich gesehen zu haben glaube, dass die Basilarmembran im Wesentlichen aus einer einfachen Lage quer verlaufender, unter einander paralleler, straff ausgespannter Fasern zusammengesetzt ist.

Das *tegmentum vasculosum,* oder besser gesagt, die *membrana Reissneri s. vestibularis* der Schnecke bietet wesentliche Unterschiede in der oberen und unteren Hälfte der *pars basilaris* (Taf. XXXII, Fig. 13) dar. Sie bildet oben (Taf. XXXII, Fig. 13 *l,* Fig. 14 *a*) eine gefaltete, unten eine glatte Membran und die letztere Abtheilung hat anfangs Zweifel in mir hervorgerufen, ob hier nicht eine feine, knorplige Verbindungsmasse zwischen dem *limbus spiralis cartilagineus,* dem Nervenknorpel und dem *ligamentum spirale,* dem dreieckigen Knorpel, vorhanden sei und somit die *pars lagenae* sich weiter an der vestibularen Seite nach oben erstrecke, als es bei den Vögeln der Fall. Allein ich bin von dieser Ansicht zurückgekommen und ich will bis auf Weiteres anneh-

men, dass die *membrana vestibularis* und *basilaris* sich gleich weit nach unten erstrecken. Windischmann lässt sie aus zwei Theilen bestehen, die von einander getrennt sind. Das ist nicht der Fall, sondern die Membran spannt sich gleichmässig zwischen dem vorderen, respective hinteren Rande der vestibularen Fläche der beiden Knorpel aus und ich kann nur annehmen, dass eine optische Erscheinung den geehrten Forscher zur Annahme einer Trennung verleitet. Bei seitlich auffallendem Lichte verläuft natürlich über die Höhe der gewölbten, zarten Membran ein lichter Streifen, was aber ebenso bei durchfallendem Lichte der Fall, da dann die durchschimmernde, dunkle Zellmasse auf der Basilarmembran am Tegmente licht begrenzt sein muss und so könnte wohl bei weniger aufmerksamer Untersuchung eine Spaltung der Membran vorgetäuscht werden. Nur der gefaltete Theil der Membran ist gewölbt, der glatte dagegen plan und ersterer überspannt bogenförmig die *apertura scalae cochlearis* (Taf. XXXII, Fig. 14 *b*). In kurzen Abständen ziehen über den oberen Theil unter einander parallele, quere Incisuren, in die sich, wie bei den Vögeln, Gefässe hineinlegen und denen natürlich im Inneren des Schneckenraumes Falten entsprechen.

Die allseitig knorplig verschlossene, durch die an der vestibularen und tympanalen Seite mit Verdrängung des *tegmentum vasculosum* und der Basilarmembran vor sich gehende Vereinigung zu Stande gekommene *lagena*, die wie bei den Vögeln durch eine halsartige Einschnürung (Taf. XXXII, Fig. 13, 14) von der *pars basilaris* abgesetzt ist, ist kolbenförmig, dichter vom faserigen Maschennetze und von Gefässen umsponnen und zeigt an ihrer Innenwand die fächerartige Ausstrahlung des spiralig gewundenen, an der unteren Hälfte des Nervenknorpels herunter verlaufenden *ramus lagenae* und ausserdem sehen wir durch die Wandung eine, wie bei den Vögeln hufeisenförmig gekrümmte Otolithenmasse (Taf. XXXII, Fig. 14 *f*) durchschimmern.

So glaube ich denn nach meinen besten Kräften das mir zu Gebote stehende Material ausgebeutet und so viel an mir liegt die Lücke zwischen den Vögeln und Schildkröten ausgefüllt und die leisen Uebergänge die auch hier sich finden und die ich *a priori* voraussetzte, nachgewiesen zu haben.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Vergr. $^{3}/_{2}$. Kopf eines jungen Crocodils ein wenig um die Längsaxe gedreht und von der Seite gesehen, mit geöffnetem *meatus auditorius externus*. *a*. Oberer, tiefer Theil des äusseren Gehörganges. *b*. Obere Integumentfalte (Ohrklappe). *c*. Durch das Trommelfell schimmernde, untere Schleimhautfalte der *columella*. *d*. *protuberantia membranae tympani*. *e*. Untere Integumentfalte (Ohrklappe).

Fig. 2. Vergr. $^{3}/_{2}$. Derselbe Kopf von oben gesehen, nach Wegnahme des Integumentes und des oberhalb des Gehirnes und der Ohrkapsel auf der einen Hälfte gelegenen Knochens. *a*. *occipitale superius*. *b*. *musc. temporalis* in der Oeffnung der Temporalgrube. *c*. *rima auditoria*. *d*. Von der *dura* bedecktes Gehirn. *e*. Gehörkapseloberfläche.

Fig. 3. Vergr. $^{2}/_{1}$. Dasselbe Präparat nach Wegnahme der Basis der Ohrklappe, wodurch der obere Theil des Trommelfelles und der *meatus auditorius externus* von oben freigelegt. *a*. Obere Fläche der Gehörkapsel. *b*. Durchschimmernde Bogengangcommissur. *c*. *saccus endolymphaticus*. *d*. Hintere Bogengangleiste. *e*. Durchschimmernde *columella*. *f*. Aeusseres Ende der *columella* an der *protuberantia* des Trommelfelles. *g*. Durchschnittener *musc. temporalis*. *h*. Die medianwärts vom oberen Theile der *membrana tympani* über das Paukenhöhlendach ziehenden Gefässe und Nerven.

Fig. 4. Vergr. $^{2}/_{1}$. Dasselbe Präparat nach Wegnahme des Daches der Paukenhöhle und der oberen Hälfte des Trommelfelles. *a*. Oberes Ende der Bogengangcommissur. *b*. Hintere Bogengangleiste. *c*, *d*, *e*. Die über die Oberfläche der Gehörkapsel laufenden Wülste mit den Nähten zwischen *pro*-, *epi*- und *opistoticum*. *f*. Aeussere Bogengangleiste. *g*. Obere Schleimhautfalte der *columella*. *h*. Untere Schleimhautfalte. *i*. *columella*. *k*. Oeffnung an der Vorderwand zum Eintritt der Gefässe und Nerven des Daches der Paukenhöhle. *l*. An der Vorderwand der Paukenhöhle vorspringende Leiste. *m*. Perforation derselben. *n*. Vordere Bogengangleiste.

Fig. 5. $^{1}/_{2}$ Gr. Der Schädel eines Crocodils von hinten gesehen. *A*. *os occipitale basilare*. *B*. *occipitale laterale*. *C*. *occipitale superius*. *D*. *os squamosum*. *E*. Hinterer, hakenförmiger Fortsatz des Unterkiefers. *F*. *os pterygoides*. *G*. *os sphenobasilare*. *H*. *quadratum*. *a*. Naht zwischen *quadratum* und *occipitale laterale*. *b*. Naht zwischen *occipitale laterale* und *squamosum*. *c*. *foramen caroticum externum*. *d*. Oeffnung für die Nerven. *e*. *foramen hypoglossum*. *f*. Hintere Oeffnung des oberen Gewölberaumes. *g*. In der Schädelhöhle vorspringender Theil der Labyrinthpyramide mit der *apertura aquaeductus vestibuli*. *h*. Hintere Oeffnung des *canalis ossis quadrati*. *i*. Oeffnung des *sinus*, in dessen Grunde die Tubenöffnungen befindlich.

Fig. 6. Natürliche Grösse. Der hintere Theil desselben Schädels von der Seite gesehen. *A*. *os squamosum*. *B*. *os quadratum*. *C*. *occipitale laterale*. *D*. *os quadratojugale*. *a*. Oeffnung an der Vorderwand der Paukenhöhle zum Eintritt der Gefässe und Nerven des Daches derselben. *b*. Paukenhöhlen-

öffnung des *canalis Fallopiae,* unterhalb deren die spaltförmige Paukenhöhlenöffnung der *tuba. c. sulcus canalis facialis. d. foramen ovale* in der *apertura recessus cavi tympani. e.* Eingang in den oberhalb der Gehörkapsel befindlichen, unteren Gewölberaum des Schädeldaches *(antrum mastoideum). f. sulcus* des horizontalen Theiles des *squamosum* für die Basis der oberen Ohrklappe. *g. sulcus* an der Hinterwand zur Aufnahme der Gefässe und Nerven des Paukenhöhlendaches. *h. sulcus recessus scalae tympani. i.* Innere Oeffnung des *canalis vasorum. k.* Aeusserer Theil des *recessus scalae tympani. l. foramen rotundum. m.* Spitze der Gehörkapsel.

Fig. 7. Vergr. $^3/_1$. Schädelhinterfläche eines jungen Crocodils mit präparirten Nerven und Gefässen. *a.* Hinterer, hakenförmiger Fortsatz des Unterkiefers. *b. vena jugularis externa. c.* Durchschnittene Nackenmuskeln. *d.* Gefäss, *e.* Ast des *trigeminus. f. sympathicus. g. ramus tympanicus glossopharyngei. h. facialis. i. vagus. k. accessorius.*

Fig. 8. Vergr. $^3/_1$. Hinterer Theil eines median durchschnittenen, jungen Crocodilschädels von der Schädelhöhle aus gesehen. *a.* Wulst der Bogengangcommissur. *b.* Unteres Gewölbe des Schädeldaches oberhalb der Ohrkapsel. *c.* Oeffnung für den Sacknerven. *d.* Oeffnung für den Utricularnerven. *e.* Vorderer Bogengangwulst. *f.* Hinterer Wulst der Innenfläche. *g. foramen jugulare. h.* Spitze der Labyrinthpyramide. *i. occipitale basilare. k.* Rachenöffnung der Tube in der hinteren Abtheilung des *sinus. l.* Gefässöffnung in der vorderen Hälfte des *sinus. m, n. foramen caroticum internum* an der *sella turcica. o, p. os sphenobasilare.*

Fig. 9. Vergr. $^3/_2$. Gehirn und häutiges Gehörorgan eines Crocodilschädels von oben freigelegt und von hinten gesehen. *a.* Häutiges Gehörorgan. *b. nervus hypoglossus. c. nervus accessorius. d.* Geöffneter *canalis hypoglossus. e.* Vereinigter *vagus* und *glossopharyngeus. f.* Hinterwand des *recessus scalae tympani.*

Fig. 10. Vergr. $^3/_2$. Dasselbe Präparat von oben gesehen. *a.* Durch die periostale Hülle schimmernde, vordere Ampulle. *b. columella. c.* Periostale Hülle der Theile im *cavum anterius. d. ductus endolymphaticus. e.* Hintere Ampulle. *f.* Bogengangcommissur durch die periostale Hülle schimmernd. *g. sacculus* nach Wegnahme der periostalen Hülle. *h.* Hintere, *i.* Sagittale, *k.* Horizontale Ampulle. *l.* Durch die Aussenwand des *sacculus* schimmernde Otolithenmasse. *m.* Dach des inneren Theiles des *recessus scalae tympani* oberhalb des *saccus perilymphaticus. n.* Gehirn in seiner pigmentirten Hülle. *o. dura mater.*

Fig. 11. Vergr. $^3/_2$. Dasselbe Präparat. Auf der einen Seite das häutige Gehörorgan aus der Kapsel entfernt. *a.* Oeffnung an der Vorderwand der Paukenhöhle für Gefässe und Nerven des Paukenhöhlendaches. *b. columella. c.* Häutiges Gehörorgan mit der periostalen Hülle. *d. saccus perilymphaticus. e.* Paukenhöhlenöffnung des *canalis vasorum. f. recessus utriculi* mit der Nervenöffnung. *g. recessus sacculi* mit der Sacknervenöffnung. *h. lamina spiralis* in der *cavitas cochleae. i. apertura cavitatis cochleae. k.* Boden des *recessus scalae tympani* zur Aufnahme des *saccus perilymphaticus. l. basis columellae. m. crista vestibuli. n.* Grenzleiste zwischen *recessus utriculi et sacculi. o.* Grenzleiste zwischen *recessus utriculi* und dem *recessus* für die horizontale Ampulle im *cavum anterius.*

Fig. 12. Vergr. $^3/_1$. Das häutige Gehörorgan von aussen gesehen. *a.* Frontaler Bo-

gengang. *b.* Sagittaler Bogengang. *c.* Horizontaler Bogengang. *d.* Frontale Ampulle. *e.* Horizontale Ampulle. *f. recessus utriculi.* *g.* Sagittale Ampulle. *h.* Hinterer Schneckenknorpel. *i.* Beginn der Vereinigung der Schneckenknorpel. *k.* Vorderer Schneckenknorpel. *l. sacculus* mit durchschimmernder Otolithenmasse.

Fig. 13a. Vergr. $^3/_1$. Der obere Theil des häutigen Gehörorganes von oben gesehen. *a.* Verbindungsröhre der frontalen Ampulle. *b. utriculus.* *c.* Bogengangcommissur mit dem erweiterten Ende des horizontalen Ganges. *d. canalis reuniens.* *e. sacculus.*

Fig. 13. Vergr. $^3/_1$. Das häutige Gehörorgan von innen gesehen. *a. recessus utriculi.* *b.* Sagittale, *c.* Horizontale, *d.* Frontale Ampulle. *e. ductus endolymphaticus.* *f.* Bogengangcommissur. *g. utriculus.* *h. sacculus.* *i.* Vorderer Schneckenknorpel. *k.* Hinterer Schneckenknorpel. *l. tegmentum vasculosum.* *m.* Verbindungsröhre der hinteren Ampulle mit dem *utriculus.* *n. lagena.*

Fig. 14. Vergr. $^4/_1$. Isolirte, häutige Schnecke von der Seite gesehen. *a. tegmentum vasculosum.* *b. apertura scalae mediae.* *c.* Obere Vereinigung der Schneckenknorpel. *d. membrana ductus perilymphatici.* *e.* Durchtrittsstelle des Schneckennerven am Nervenknorpel. *f. lagena* mit durchschimmernder Otolithenmasse.

Fig. 15. Vergr. $^4/_1$. Die vorderen, zusammenliegenden Ampullen isolirt. *a.* Sagittale Ampulle. *b.* Oeffnung derselben in den *recessus utriculi.* *c.* Horizontale Ampulle mit durchschimmernder *crista.*

Fig. 16. Querschnitt durch einen häutigen Bogengang. *a.* Ueberreste des faserigen Bindegewebes des *cavum perilymphaticum.* *b. raphe.*

Fig. 17. Stück eines Bogenganges von der Fläche gesehen. *a. raphe.*

Fig. 18. Dach einer Ampulle von der Fläche. *a.* Dachstreifen *(raphe).*

Fig. 19. *Planum semilunatum* von der Fläche. *a. planum semilunatum.* *b.* Ende der *crista acustica.*

Fig. 20. *Crista acustica* der sagittalen Ampulle von oben gesehen. *a.* Seitenwülste.

Fig. 21. Dieselbe von der Seite gesehen. *a. cupula terminalis.* *b.* Seitenwulst. *c.* Nervenepithel.

Fig. 22. *Crista acustica* der horizontalen Ampulle von oben gesehen. *a.* Nerv. *b. crista.* *c.* Ampullenboden.

Fig. 23. Dieselbe von der Seite. *a.* Nervenast. *b.* Nervenepithel. *c.* Gehörhaare.

Fig. 24. Vergr. $^4/_1$. Einmündung des horizontalen Ganges und *utriculus* von aussen geöffnet und gesehen. *a.* Verbindungsröhre der hinteren Ampulle. *b.* Innenwand des Endes des horizontalen Bogenganges. *c.* Unteres Ende der Commissur. *d.* Einmündung des horizontalen Ganges. *e.* Communicationsöffnung zwischen *sacculus* und *utriculus.* *f. apertura aquaeductus vestibuli.* *g. utriculus* mit der Grenzleiste gegen den *recessus.*

Fig. 25. Vergr. $^4/_1$. Boden des *recessus utriculi.* *a. macula acustica.*

Fig. 26. Vergr. $^4/_1$. *Sacculus* nach Wegnahme der Aussenwand und der Otolithenmasse. *a.* Hintere Ampulle. *b. utriculus.* *c.* Communicationsöffnung zwischen *sacculus* und *utriculus.* *d. apertura aquaeductus vestibuli.* *e. macula acustica.*

Fig. 27. Vergr. $^8/_1$. Otolithenmasse des *recessus utriculi a.* mit ihrer Otolithenmembran.

Fig. 28. Vergr. $^4/_1$. Otolithenmasse des *sacculus.*

Fig. 29. Querschnitt durch das Dach einer verticalen Ampulle. *a.* Dachstreifen *(raphe).*

Fig. 30. *Planum semilunatum* stärker vergrössert. *a.* Ende der *crista acustica.* *b.* Wir-

telförmige Anordnung der Zellen des *planum*. *c*. Pflasterzellen der Ampullenseitenwand.

Fig. 31. Querschnitt durch das *planum semilunatum* in der Umgebung des Endes der *crista*.

Fig. 32. Querschnitt durch den peripheren Theil eines *planum semilunatum*. *a*. Basalmembran.

Fig. 33. Querschnitt durch die *crista* einer verticalen Ampulle. *a*. Kernreihe der Gehörzellen. *b*. Kernreihe der Isolationszellen. *c*. Nervenbündel. *d*. Zellen der Seitenwände der Gehörleiste.

Fig. 34. *Cupula terminalis* von der Nervenepithelfläche gesehen. *a*. Vertiefungen von den Enden der Isolationszellen herrührend. *b*. Oeffnungen der glockenförmigen Hohlräume für die Gehörhaare.

Fig. 35. Zellen aus dem *utriculus* von der Fläche. *a*. Durch eine dunklere Zelle schimmernde, helle Pflasterzelle.

Fig. 36. Querschnitt aus der Umgebung der *macula acustica utriculi*.

Fig. 37. Querschnitt durch den peripheren Theil der *macula acustica utriculi*. *a*. Gehörhaar. *b*. Stäbchen oder Gehörzelle. *c*. Zellen aus der Umgebung des Nervenepithels.

Fig. 38. Zellen vom oberen Theile der Aussenwand des *sacculus* von der Fläche.

Fig. 39. Zellen aus der Mitte der Sackaussenwand von der Fläche gesehen.

XVIII.

Beiträge zur Morphologie des *utriculus*, *sacculus* und ihren Anhängen bei den Säugethieren.

Von

August Carl, stud. med.

Mit Tafel XXXIV.

Diese kleine Arbeit, welche den freundlichen Anregungen meines geehrten Lehrers, Herrn Dr. Hasse, ihre Entstehung verdankt, kann und will kein anderes Verdienst beanspruchen, als Ansichten von Präparaten der angedeuteten Abschnitte des häutigen Labyrinthes geliefert zu haben, welche bis jetzt entweder gar nicht, oder nur vereinzelt in den unseren Gegenstand berührenden Abhandlungen anzutreffen sind, nichts destoweniger aber für die Orientirung in diesen Dingen vielleicht nicht die unentbehrlichsten sein dürften. Dass ältere Autoren, wie Scarpa, Sömmering etc., neuere wie Steifensand, Breschet, Henle, Waldeyer, Böttcher, Rüdinger, Odenius etc., und manche Andere, welche das häutige Labyrinth speciell in den Theilen untersuchten, die ausschliesslich der Gegenstand nachfolgender Betrachtungen sein werden, durch ihre trefflichen Darstellungen nicht von vornherein diesen Versuch überflüssig gemacht haben, begründet sich durch den Umstand, dass jene Forscher, so viel mir bekannt ist, nicht einer Präparationsmethode huldigten, welche uns ein von Knorpel und Knochen isolirtes, häutiges Labyrinth in die Hände liefert, das sich dann mit gleicher Gefügigkeit nach unserer Willkür dem Messer, wie der Scheere preisgeben muss. So manche schöne und überraschende Entdeckung, welche an der Hand der bisher befolgten Präparationsverfahren gemacht wurden, zeigt zum Mindesten, dass dieselben brauchbar genug gewesen sind, aber zur richtigen Erkenntniss der morphologischen und namentlich der Lageverhältnisse des *utriculus* u. s. w. haben sie nicht geführt und können sie nicht

führen; dies leistet aber wohl das Hasse'sche Verfahren, von dem am Schlusse dieser Arbeit eine kurze Schilderung angereiht werden wird. Vergleicht man namentlich die gezeichneten Totalpräparate des Labyrinthes mit denjenigen, welche sich seit geraumer Zeit in viele anatomische Lehrbücher eingebürgert haben, so wird man zu der Einsicht gelangen, welches Unrecht diesen in ihrer Form so characteristischen Labyrinththeilen geschehen ist. Ueberhaupt scheinen *utriculus, sacculus* und ihr Anhang die Stiefkinder zu Gunsten ihrer gefeierten Schwester, der Schnecke, zu sein; und so gerechtfertigt die Bevorzugung der letzteren physiologisch betrachtet erscheinen mag, so sollten doch in morphologischer Beziehung die ersteren zum Mindesten ein gleiches Interesse beanspruchen dürfen. Die Präparate sind theils von menschlichen, theils von Rindsembryonen gefertigt, und zwar in einem Stadium, wo sich die Innenwand der Schnecke zu verknöchern begann. Die menschlichen hatten eine Länge von 19 Ctm., die des Rindes, vom Maule bis zur Schwanzbasis gemessen, 26 Ctm. Möge man den Präparaten ihren embryonalen Character nicht zum Vorwurfe machen; ein Blick auf die eben genannten Zahlen, auf das angedeutete Verknöcherungsstadium muss uns trösten. Die Isolation embryonaler, häutiger Labyrinthe *in toto* gehört, ich darf wohl sagen, zu den schwierigen, Geduld und Einübung erfordernden Präparationen, diejenige von geborenen oder gar erwachsenen Thieren bis jetzt zu den Unmöglichkeiten.

Meinem verehrten Lehrer in der Anatomie, Herrn Prof. Dr. Lucae in Frankfurt, verdanke ich mehrere menschliche Embryonen; übrigens eigneten sich jene andern vom Rinde besser, besonders zur Darstellung der Innenfläche der betreffenden Theile; vermuthlich, weil sie weniger lange im Alcohol gelegen.

Odenius namentlich gebührt das Verdienst, die Lageverhältnisse des häutigen Labyrinthes zu seiner knöchernen Hülle eruirt zu haben; und da man die Stellung der letzteren ja genau kennt, so ist man unter Berücksichtigung der Odenius'schen Angaben leicht im Stande, ein Bild von der allgemeinen Lage des häutigen Labyrinthes zu gewinnen. Theile desselben, welche sich daher, wie die häutigen Bogengänge, hinsichtlich ihrer Stellung zu den Körperaxen und zu einander so congruent mit derjenigen ihrer knöchernen Kapseln verhalten, werden von diesen Betrachtungen ausgeschlossen bleiben, denn es wäre in der That zwecklos, einfach das von den häutigen Gängen zu wiederholen, was längst durch die genauen Untersuchungen vieler Autoren von den knöchernen bekannt ist. Wohl aber müssen wir in Kürze unsere Aufmerksamkeit auf die Lagebeziehungen der übrigen Theile des Labyrinthes lenken.

Die Längsaxe des *utriculus* steht im Allgemeinen von aussen vorne und oben, nach innen hinten und unten. An ihrem erstgenannten End-

puncte finden sich die Einmündungen der beiden vorderen Ampullen, diesen diametral entgegengesetzt senkt sich die hintere Ampulle in den *utriculus.* Die beiden vorderen Ampullen sind, der HENLE'schen Nomenclatur zu Folge, als »horizontale« und »vordere verticale« zu bezeichnen; die diesen gegenüber liegende wird »hintere verticale« Ampulle genannt. Von den beiden erstgenannten ist die vordere verticale am meisten nach vorne gelegen. Ihre Längsaxe zieht beiläufig von aussen und oben, nach innen und unten. Durch dieselbe wird also gewissermassen der *utriculus* vorne in seiner Längsrichtung fortgesetzt, wie dies hinten ebenso durch die hintere verticale Ampulle zu Stande kommt. Der der vorderen Ampulle zugehörige Bogengang vereinigt sich mit demjenigen der hinteren verticalen, deren Längsaxe von innen unten und hinten, nach aussen oben und vorne gerichtet ist, zu einem gemeinsamen Mündungsschenkel, der Commissur, welche von dem oberen hinteren Theile des *utriculus* aufgenommen wird. Dieselbe steht hierbei von oben hinten medianwärts nach den entsprechend entgegengesetzten Richtungen. Die Art, wie sie aus der Vereinigung der verticalen Gänge zu Stande kommt, ist nicht bei allen Säugethierclassen dieselbe, ja wie es den Anschein gewinnt, pflegen hierin auch individuelle Schwankungen vorzukommen. Während nämlich die Concavitäten der Gänge allmälig in die seitlichen Theile der Commissur übergehen, vereinigen sich die Convexitäten in einer Linie, welche meist mehr oder minder concav, zuweilen aber auch gerade gestreckt erscheint (Fig. 6, 11, 12).

Dicht neben der vorderen verticalen Ampulle nach aussen und zugleich nach hinten von ihr, finden wir die horizontale Ampulle, in einer Axenrichtung, welche man im Allgemeinen als von aussen hinten und wenig unten, nach innen vorne und wenig oben verlaufend bezeichnen darf. Beiläufig in derselben Direction senkt sich auch ihr zugehöriger Bogengang mit trichterförmig erweitertem Ende — in den *utriculus,* wenn man der gewöhnlichen Darstellungsweise folgt, — richtiger: in die Vorderaussenwand des Mündungsstückes der Commissur, sobald man namentlich vergleichend anatomischen Betrachtungen Rechnung trägt. Die Axen des horizontalen Bogenganges und der Commissur bilden nahezu einen rechten Winkel mit einander.

Die Lage des *sacculus rotundus* ist complicirter, als dass allgemeine Richtungsangaben so rasch zu richtigen Vorstellungen führen dürften, wie dies wohl bei den bisher behandelten Labyrinththeilen möglich ist. Die Beschreibung seiner genaueren topographischen Verhältnisse kann daher nicht gut von derjenigen seiner Formverhältnisse isolirt werden; hier sei darüber nur so viel bemerkt, dass, wenn wir seine Form auf die geometrische Figur eines Ovals reduciren, alsdann der grösste Durchmesser desselben von oben vorne und aussen, der kleinste von oben

innen und hinten nach den entsprechend entgegengesetzten Directionen gestellt ist.

Nach diesen wenigen, über die allgemeinen Situationsverhältnisse unseres Gegenstandes orientirenden Betrachtungen nehmen wir unser eigentliches Thema in Angriff und beginnen mit der Schilderung der Ampullenform. Die Untersuchung dieser als Träger von Acusticus-endigungen figurirenden Theile ergab keinerlei Differenzen zwischen allen dreien; höchstens könnte in dieser Hinsicht derjenige Abschnitt der hinteren, verticalen Ampulle, mit welchem sie in den *utriculus* übergeht und den man vielleicht als Verbindungsröhre bezeichnen dürfte, eine Erwähnung verdienen, insofern sich derselbe schlanker und eingezogener gestaltet, als dies bei den übrigen zweien der Fall ist, ein Verhalten, das offenbar in der isolirten Lage dieser Ampulle seine Begründung findet.

Die Ampullen können, morphologisch betrachtet, als Erweiterungen der Bogengänge aufgefasst werden, jedoch als Erweiterungen von ganz bestimmter Art. Man unterscheidet an der Ampulle: Boden, Dach und Seitenwände, wiewohl willkürlich, da alle diese Theile sich in allmäligem Uebergange befinden. Der Boden der Ampulle (Fig. 1), die Fortsetzung des convexen Theiles ihres zugehörigen Bogenganges, ist vorzüglich der Träger jenes Nervenhügels, welcher hier den Namen »*crista acustica*« erhalten hat. Durch ihre Längsaxe wird diejenige der Ampulle rechtwinklig gekreuzt und es zerfällt somit der Boden in zwei Abschnitte, von denen der eine »vestibuläre«, sich gegen den *utriculus*, der andere tubuläre sich gegen den Bogengang wendet. Im Gegensatz zu den anderen Theilen der Ampulle kennzeichnet sich der Boden durch geringere Wölbung und aus diesem Grunde dürfte man vielleicht geneigt sein, demselben namentlich im tubulären Abschnitte, wo sich die entsprechenden Partien des Daches und der Seitenwand rasch gegen den Bogengang hin verjüngen, gewissermassen auf Kosten dieser eben genannten Theile, beträchtlichere Ausdehnung zu vindiciren. Die *crista acustica* bildet den höchsten Punct des Bodens, welcher unmittelbar zu beiden Seiten derselben seine grössten Vertiefungen zeigt, um erst allmälig in mässiger Steilheit gegen die Enden der Ampulle gleichmässig heranzusteigen.

Von dem Boden, der des Erwähnenswerthen nichts mehr bietet, wenden wir uns zu der *crista acustica* speciell (Fig. 3). Dieses in seiner Form so characteristische Gebilde nimmt ungefähr $^1/_3$ des ganzen Ampullenumfangs ein, entsprechend der Ausdehnung, welche aussen der sich gabelförmig theilende Nerv noch deutlicher zeigt. Bogenförmig (und nur insofern mag ihr das von Steifensand und Anderen gegebene anatomische Lieblingswort »*semilunaris*« vergönnt bleiben) legt sie sich der Innenfläche der Ampulle an, so dass ihre beiden Enden sich an den

Seitenwänden hinauf erstrecken. Von der Fläche, d. h. von oben gesehen, zeigt die *crista* die Gestalt eines Bisquits und wenn man diesem gewöhnlich gerade gestreckten Confecte die graciösere, gebogene Form ertheilte, so wüsste ich keinen Gegenstand, mit dem die *crista acustica* eine grössere Aehnlichkeit hätte. In der Mitte ist sie am höchsten; hier ist sie auch am schmälsten, verbreitert sich aber rasch nach den Seitenwänden zu, um hier kolbenförmig angeschwollen zu endigen. Wenn Steifensand bemerkt, dass sich »die beiden Enden dieses halbmondförmigen, wie reine Nervensubstanz aussehenden Septums (Synon. für *crista*) allmälig in die Wandungen verlieren, indem sie sich allmälig verflachen und dabei etwas ausbreiten«, so ist dies wohl richtig für alle andern Gewebstheile, aus denen sich die *crista* combinirt, aber keineswegs für ihr Epithel. Ich habe an sämmtlichen Präparaten, vorzüglich an gefärbten, stets deutlich scharf gegen die Wand abgesetzt, die nach oben convexe Begrenzung der Endigung des Crista-Epithels zu sehen vermocht.

Concentrische Streifungen von eigenthümlich angeordneten, grösseren Epithelzellen herrührend, umgeben das Cristaende und veranlassten Steifensand zu dem Namen *»planum semilunatum«* (Fig. 4). Während er diese Bildung bei Fischen und Reptilien aufs Deutlichste gewahren konnte, vermochte er bei Säugethieren hiervon nur Andeutungen zu finden; nichtsdestoweniger ist sie auch bei diesen Thieren an schöngefärbten und hinsichtlich des Epithels sorgfältig behandelten Präparaten nicht schwer zu demonstriren.

Henle erwähnt eines die *crista* umgebenden Hofes, von dessen Existenz ich mich ebenfalls an manchen Präparaten überzeugen konnte; doch ist sein Vorkommen keineswegs constant.

Hiernach bleibt von der Ampulle nur noch eines von Hasse als »Dachzellen« bezeichneten epithelialen Wulstes zu gedenken, welcher an der Innenseite des Daches in der Längsrichtung der Ampulle vom vestibularen Ende derselben zu ihrem Uebergange in den Canal, in sanfter Krümmung entsprechend der Wölbung des ihn tragenden Daches genau in dessen Mitte hinzieht und so dasselbe in zwei symmetrische, seitliche Hälften scheidet. Diese schon dem unbewaffneten Auge als weisser Streif sich zeigende Bildung setzt sich durch den ganzen Bogengang, wo es die Bezeichnung *»raphe«* erhält (Fig. 2), fort. Hinsichtlich der Bogengänge können wir uns auf die Bemerkung beschränken, dass sie von kreisförmigem Querschnitt sind und an der Innenseite der als Concavität des Bogenganges bezeichneten Fortsetzung des Ampullendaches jene eben erwähnte *raphe* tragen, welche sich von den beiden verticalen Gängen auch eine Strecke weit in die Commissur und zwar längs ihrer beiden Seitenränder fortsetzt, wo sie beiläufig in der halben Höhe derselben allmälig verschwindet.

Wir wenden uns jetzt zur Commissur. Ueber die vorkommenden Richtungsverschiedenheiten bei dem Zusammentreffen der sie constituirenden Gänge ist schon weiter oben das Nöthige gesagt worden. Ebenso finden sich auch Differenzen bezüglich des Kalibers und hinsichtlich der Breite der Commissur. Eine Commissur vom häutigen Labyrinth eines Schweines war von ganz auffallender Weite.

An der Einmündungsstelle der beiden Bogengänge (Fig. 6, 11, 12) zeigt die Commissur die grösste Verbreiterung, verschmälert sich sodann bis zu einer die Mitte ihrer Höhe erreichenden Einziehung, um von hier an wieder allmälig an Breite zuzunehmen, so dass ihre Einmündungspartie nahezu diejenige des oberen Theiles erlangt. Der Uebergang der Commissur in den *utriculus* ist, von aussen betrachtet, ein so gleichmässiger und allmäliger, dass es eine schwierige Aufgabe wäre, zu bestimmen, wo jene aufhört und dieser beginnt. Wie der Querschnitt der Commissur eine ovale Begrenzung zeigt, so ist dies auch mit ihrer Oeffnung in den *utriculus* der Fall.

Wenn die Commissur sich in den *utriculus*, zu dessen Schilderung wir hiermit übergehen (Fig. 6), derart begab, dass ihre Wände sich continuirlich in diejenigen des *utriculus* fortsetzten, so finden wir ein ganz anderes Verhältniss bezüglich der Ampulleneinmündungen. Die kreisförmig gestalteten Mündungsöffnungen derselben setzen sich nämlich durch leistenartige Erhebungen gegen den Binnenraum des *utriculus* scharf ab, welche bei den vorderen Ampullen um so deutlicher in die Augen fallen, als unmittelbar unterhalb ihrer Einmündungsstellen der *utriculus* eine nicht unbeträchtliche Tiefe gewinnt (Fig. 6 *a*, *a'*, *a''*). Die Form des *utriculus* ist so unregelmässig, dass man von vornherein auf einen sie veranschaulichenden Vergleich zu verzichten geneigt ist. »Schlauchförmig« erhält er als gewöhnlichstes Prädicat; doch ist auch hiermit nicht viel über seine Form erklärt; der Hinblick auf die Abbildungen ist das einzige sicherste Auskunftsmittel. Man hat wohl entsprechend den Dimensionen vorne, hinten, oben, unten, vier Wände des *utriculus* unterschieden; doch ist hiermit, wie mir scheint, keineswegs der Ausführlichkeit der Schilderung gedient, noch die Genauigkeit gefördert worden; vielmehr dünkt mir hierin ein Grund für die in Betreff von Lagerungsverhältnissen von Utriculustheilen herrschende Meinungsverschiedenheiten und Confusionen zu liegen, welche sich nicht selten zu offenbaren Irrthümern steigern. Wir erinnern an die in der Einleitung gemachte Angabe über die Normalstellung des *utriculus*, nach welcher sich seine Längsaxe in der Richtung von aussen, vorne und oben, nach innen hinten und unten befindet und unterscheiden hiernach zwei Wände: eine vordere obere innere (»Dach«) und eine hintere untere äussere (»Boden«), welche allmälig in einander übergehen. Man kann zur

besseren Uebersicht den *utriculus* in 2 Abschnitte zerfällen, eine Eintheilung, deren Willkürlichkeit gemildert wird durch die Existenz einer zarten leistenförmigen Erhebung, welche zwischen jenen Abschnitten gelegen ist. Der vordere unter ihnen ist der sogenannte *recessus utriculi membranaceus*, welcher den einzigen nervösen Endapparat des *utriculus* enthält; es ist der geräumigere, indem er sowohl an Weite als an Tiefe den andern bedeutend übertrifft. Er bildet im Allgemeinen eine rundliche Schale und verschmälert sich erst beim Uebergange in den zweiten Abschnitt. Die in seinem Grunde ruhende *macula* (Fig. 7) ist ein kreisförmiger Kuchen von mässiger Wölbung, welcher mit seiner Peripherie nahezu die oben erwähnten Grenzleisten der Ampullenmündungen erreicht.

Will man die Lage der *macula* im *utriculus* unabhängig von der gemachten Eintheilung allgemein bezeichnen, so muss man sagen, dass sie sich im vorderen oberen äusseren Theile desselben befindet, woraus erhellt, dass sie ebenso Theile des Daches, wie des Bodens occupirt. Bei einem Präparate konnte ich ein auf ihr ruhendes, rundliches, in der Richtung auf den Boden zu abgeplattetes Bläschen beobachten, welches jedoch nicht den ganzen Kuchen bedeckte, sondern eine circa die Hälfte seiner Grösse betragende Randzone freiliess. Allem Anschein nach haben wir es hier mit einem Otolithensäckchen zu thun, welche seine Erhaltung einem glücklichen Zufall verdankte, da wohl meistens die vorsätzliche Präparation desselben an der äussersten Zartheit seiner Membran scheitern möchte. Die bereits oben erwähnte Verschmälerung des ersten Abschnittes beim Uebergange in den zweiten ist mit einer ziemlich plötzlichen Erhebung des Bodens verbunden und da dieser keineswegs einer bedeutenden Wölbung des Daches entspricht, so sinkt das Lumen dieser Uebergangsportion gewaltig herab. Hier, nach aussen und vorne von der Einmündung der Commissur findet sich also die erwähnte Grenzleiste zwischen beiden Abschnitten, welche im Ganzen der Richtung von hinten und aussen, nach vorne und innen folgt (Fig. 5 *a*).

Wir wenden uns nun zum zweiten Abschnitte des *utriculus*, der hauptsächlich deshalb unser Interesse erregen darf, weil sich hier die Einmündung eines Canales befindet, welcher die Communication des *utriculus* mit dem *sacculus rotundus* vermittelt. Wir werden später auf diesen Canal des Näheren zu reden kommen; hier begnügen wir uns damit, die Art seiner Einmündung zu besprechen. Bevor wir hierzu übergehen, ist es nöthig, mit wenigen Worten des gesammten Raumes jenes zweiten Abschnittes zu gedenken. Schon nach flüchtiger Betrachtung desselben gelangen wir zu der Vorstellung, dass wir es hier mit dem Confluens dreier Oeffnungen zu thun haben: nämlich denen des horizontalen Ganges, der Commissur und der hinteren Ampulle. Gemäss diesem Zu-

standekommen ist er von sehr unregelmässiger Beschaffenheit. Die für den Uebergangstheil des ersten Abschnittes in den zweiten besprochene Erhebung des Bodens hat, an der Grenzleiste angekommen, keineswegs ihr Maximum erreicht; derselbe wölbt sich vielmehr noch weiter bis etwa entsprechend dem Beginn der Commissureinmündung, um erst dann, zugleich etwas verschmälert, sich allmälig gegen die hintere verticale Ampulle hin zu senken, an deren Einmündung ebenso wie an denen der beiden vorne gelegenen eine begrenzende Leiste zu gewahren ist. Gehen wir nun zur Schilderung der Utricularöffnung jenes die beiden Vorhofssäckchen verbindenden Canals über (Fig. 5 *b*). Wir finden dieselbe nahezu auf dem Gipfel jener eben besprochenen Erhebung des Bodens und zwar am vorderen, inneren Theile desselben, etwas näher nach dem *recessus utriculi* gelegen. Sie steht schief von aussen und hinten, nach innen und vorne und kann parallel genannt werden mit der Einmündung der horizontalen Ampulle in den *utriculus*. Ihre Breite beträgt 0,3 Mm.

Während der untere Theil des Canales continuirlich in den Boden übergeht, bildet der obere Theil gleichsam eine überspringende Falte von halbmondförmigem Contour. Es ist ein ähnliches Verhältniss, wie mit der Oeffnung einer Westentasche. Diese eigenthümliche Mündungsweise resultirt aus dem weiter unten genauer zu erörternden Verlauf des Canales, welcher nicht senkrecht von unten den *utriculus* durchbricht, in welchem Falle ja sein Binnenraum dem Auge zugänglich wäre, sondern nachdem er eine Strecke weit dicht am Boden des *utriculus* herangezogen, sich endlich schräg in denselben einsenkt. Wir wenden uns nun zum *sacculus rotundus* und seinen Communicationen mit anderen Theilen des Labyrinthes (Fig. 8, 10, 11, 12, 5). Der Betrachtung seiner Lageverhältnisse zur nächsten Umgebung ist es zweckmässig diejenige seiner Form vorauszuschicken. Der *sacculus rotundus* ist nicht rund; der Wahrheit kommt man wohl ziemlich nahe, wenn man seine Umrisse mit denen einer Birne vergleicht. Im Uebrigen stellt seine Innenwand (vergleiche hinsichtlich dieser Bezeichnung, die in der Einleitung über die allgemeinen Stellungsverhältnisse des *sacculus* gemachten Angaben) eine mässig vertiefte Schale dar, über welche die Aussenwand ziemlich glatt, ohne besondere Wölbung darüber hingespannt ist. Der obere äussere Theil des *sacculus* zeigt eine kleine, zipfelartige Verlängerung, welche sich dicht an den Boden des *utriculus* anlegt, ein Gebilde, das leicht, wie es mir zu wiederholten Malen begegnete, eine Verbindungsröhre für den *utriculus* vortäuscht. Weiter nach hinten und innen mündet in den oberen Theil des *sacculus* der *aquaeductus vestibuli* (Fig. 12 *av*) in einer Richtung, welche identisch mit derjenigen des kleinen Durchmessers des ersteren ist und die Axe der Commissur unter einem spitzen Winkel

von ca. 10° kreuzt. Von einer Einmündung derselben kann man streng genommen nicht reden, da er sich mit trichterförmiger Verbreiterung ganz continuirlich mit dem oberen Sacculustheile verbindet; es lässt sich also keine Grenze zwischen Sack und *aquaeductus vestibuli* festsetzen. Im Gegensatze zu dieser oberen, mit anderen Theilen zusammenhängenden Partie des Sackes sehen wir die untere vordere von einem freien, halbkreisförmigen Rande begrenzt. Nach innen hinten und unten verschmälert sich der Sack immer mehr und zieht sich endlich zu einem schmalen Canal (*canalis reuniens*) (Fig. 8 *cr*), wenn man will, aus dem Stiel der Birne, welcher sich bekanntlich seinerseits in den *ductus cochlearis* einsenkt, wobei er dessen oberes Ende als sogenannten Vorhofsblindsack abgrenzt, ein Verhalten, welches Henle sehr treffend mit dem Einsenken des *oesophagus* in den Magen vergleicht. Dieser Vorhofsblindsack ist dicht unter der Mitte der hinteren, verticalen Ampulle und etwas nach aussen von ihr gelegen; er selbst sowohl, wie das zunächst folgende, oberste Stück der ersten Schneckenwindung biegt sich hakenförmig um, so dass seine Axe nach hinten innen und oben gekrümmt erscheint (Fig. 11 *dc*). Im Grunde des *sacculus*, zu dem wir hiermit zurückkehren, finden wir ein der *macula utriculi* entsprechendes Gebilde, welches im Allgemeinen die Formen des *sacculus* wiederholt (Fig. 9 *ms*). Gegen den *canalis reuniens* hin spitzt sich diese *macula sacculi* zu und ragt gewissermassen ein wenig in den Anfangstheil desselben hinein. Allgemein gesprochen liegt also der Sack unterhalb des vorderen Theiles des *utriculus*; doch ist zu berücksichtigen, dass er sich hierbei von hinten und innen unter den *utriculus* schiebt. Hier heftet er sich mit dem erwähnten zipfelartigen Fortsatze an den Boden des *utriculus* an einer Stelle an, die beiläufig der Mitte der *macula utriculi* entspricht. An allen übrigen Stellen berührt er den *utriculus* nicht mehr und es entsteht so ein von lockerem Gewebe erfüllter Raum, der seine obere Begrenzung im unteren Theile des *utriculus* (längs einer Linie, wo Dach und Boden in einander übergehen) seine untere am oberen Rande des Sackes, seine hintere innere am vorhin erwähnten Vorhofsblindsacke des Schneckenrohres findet. Im Ganzen zeigt der Sack Krümmungen in zwei Richtungen, die stärkste in der Richtung des grössten, die schwächste in derjenigen des kleinsten der oben angenommenen Durchmesser.

Schliesslich bleibt uns noch der *aquaeductus vestibuli* (Fig. 12 *av*) zur Betrachtung übrig. Den schönen Untersuchungen und Darstellungen Böttcher's ist es zu verdanken, dass dieser Labyrinththeil, welcher von Cotugno an bis vor Kurzem der Gegenstand beständiger Controverse war und zu den eigenthümlichsten Auffassungen Veranlassung gab, endlich in seine Rechte eingesetzt worden ist. Die von Hasse und mir gefertigten Präparate bestätigen sämmtlich die Böttcher'schen Ent-

deckungen und zeigen im Zusammenhange und isolirt von fremden Anhängseln diejenigen Theile, welche jener Forscher auf dem Wege successiver Querschnitte gefunden hat.

Nachdem der *aquaeductus vestibuli* an der Innenseite der Commissur und zwar den schon oben erwähnten Winkel mit der Axe derselben bildend herabgezogen ist, beginnt beiläufig in der Höhe ihrer Einmündung in den *utriculus* jene trichterförmige Verbreiterung, welche den Uebergang des *aquaeductus* in den *sacculus* vermittelt. Während man sich an jedem einigermassen geschonten Präparate von diesen Verhältnissen leicht überzeugen kann, so dürfte man hinsichtlich des Auffindens der Communicationsröhre zwischen *utriculus* und Sack auf grössere Schwierigkeiten stossen, denn einmal scheint dieselbe wie kein anderer Labyrinththeil zum Zerreissen disponirt zu sein, andererseits ist auch ihre Lage versteckt genug, um ihre Existenz selbst für geübtere Augen zweifelhaft zu machen. Immer aber kann man sich die durchschimmernde Einmündungsstelle in den *utriculus*, namentlich bei von unten beleuchteten Präparaten, in ihrer characteristischen Gestalt zu Gesicht bringen und hat man diese, so findet man auch nicht allzuschwer den Verlauf der Röhre. Dieselbe kann, morphologisch betrachtet, als aus dem Sacke, wie als aus dem Aquäduct entspringend geschildert werden; sie entsteht nämlich aus der Vorderseite jener oben erwähnten, trichterförmig verbreiterten Uebergangsstelle des Aquäducts, selbst trichterförmig, steigt ganz wenig nach abwärts und zieht dann durch lockeres Zellgewebe an den Boden des *utriculus* angeheftet, eine Strecke weit nach aussen und vorne um denselben in der früher besprochenen Weise zu durchbrechen. Die trichterförmige Verbreiterung ihres Ursprunges verliert sich allmälig; der Canal gelangt zu einer ziemlich constanten Breite, um erst kurz vor seinem Eindringen in den *utriculus* wieder an Weite zu gewinnen. Er ist 0,6—0,7 Mm. lang (Fig. 10 *c*, *c'*).

Es bliebe jetzt noch übrig, über die bei diesen Arbeiten befolgte Präparationsmethode, welche zuerst von Hasse mit Erfolg angewandt wurde, Weniges anzufügen. Sie hat manche Vorzüge vor anderen, namentlich vor solchen bei denen chemische Reagentien ins Spiel kommen; doch ist hier nicht der Ort die Vorzüge oder Mängel des einzelnen Verfahrens detaillirter zu erörtern. Mehr oder minder problematisch ist der Erfolg dieser Methoden (die gleich zu schildernde Hasse'sche nicht ausgeschlossen) immerhin, und wenn man auch bei längerer Uebung des letzteren eine Fertigkeit im Isoliren häutiger Labyrinthe erlangen mag, welche sich allmälig zu einer relativen Sicherheit steigern dürfte, so ist bei alledem ein völlig intactes Präparat eben immer noch ein geliebtes Kind, bei dem der Zufall zum mindesten Pathe gestanden hat. Der Gang des Hasse'schen Verfahrens ist im Allgemeinen folgender. Man

befreit sorgfältig den sagittal halbirten Kopf des Embryo aussen in der Gegend des *meatus auditorius externus* von Haut, Muskulatur etc.; hierauf nehme man den *annulus tympanicus* sammt Trommelfell und Gehörknöchelchen weg und man ist auf das embryonale Gewebe gelangt, welches die Paukenhöhle ausfüllt. Wird dieses ebenfalls mit einer feinen Pincette hinweggezogen, so erblicken wir die knorplige Aussenwand der Schnecke. Oberhalb des *foramen ovale*, welches als Orientirungspunct dienen kann, gewahren wir nach Hinwegnahme des Periostes, respective Perichondriums ein sphärisches Dreieck, welches von drei Wülsten begrenzt wird, die in ihrem Innern die häutigen Bogengänge bergen. Der unterste Wulst entspricht dem horizontalen, der oberste dem vorderen verticalen, der hinterste dem hinteren verticalen Bogengange.

Hat man sich nun aussen diese Theile zu Gesicht gebracht, so wende man sich nach Innen zur Ablösung der *dura mater*. Konnten wir aussen mit ziemlicher Dreistigkeit zu Werke gehen, so ist hier grössere Vorsicht rathsam. Vor allen Dingen ist hier das gewaltsame Zerren des Periostes mit der Pincette verpönt, da man hierfür leicht durch Sprünge und Risse des Knorpels und der in ihm eingeschlossenen, häutigen Theile hinlänglich bestraft würde. Eine weitere Aufgabe ist es den *aquaeductus vestibuli*, dessen Eintrittsstelle in den perilymphatischen Raum sich als kleiner, pyramidenartiger Vorsprung zu erkennen giebt, vor dem Abreissen zu schützen. Diesem Schicksale würde er sicher anheimfallen, wenn man mit dem Abziehen der *dura mater* von oben begänne. Relativ am sichersten verfährt man, wenn man an dem unteren Theile der inneren Schneckenfläche sich durch kleine Scheerenschnitte Periostzipfel verschafft, welche man langsam von unten nach oben weiterzieht, und man hat dann nicht selten die Freude, dass mit zwei bis drei vorsichtigen Zügen die ganze Fläche des Operationsfeldes von allem Anhängsel befreit ist. Zur leichteren Handhabung des Präparates ist es rathsam, benachbarte Knochenstücke mit demselben in Verbindung zu lassen, wozu ich gewöhnlich die um die untere vordere Schneckenabtheilung gelegene, knöcherne Umgebung benutzte. Bei allen bisher beschriebenen Manipulationen ist es von Wichtigkeit, das Präparat möglichst feucht zu halten; zur unerlässlichen Bedingung wird dies für den weiteren Verlauf des Verfahrens. Wir benutzen zu diesem Ende eine Mischung von zwei Theilen Alcohol und einem Theil destillirten Wassers, welches Verhältniss sich als das zweckmässigste herausgestellt hat. Nimmt man zuviel Wasser, so werden namentlich die Bogengänge schlaff und ohne jene elastische Widerstandskraft, welche zu den Hauptzierden eines gelungenen Präparates zu rechnen ist. Für den weiteren Fortgang der Präparation empfiehlt es sich, schwarzes Papier als Unterlage zu benutzen, um so leichter den blossgelegten Bogengang von seiner

knorpligen Umgebung unterscheiden zu können. Normalsichtige Präparanten werden der Loupe nicht entbehren können; ausser dieser sind eine spitze Nadel, ein kleines Scalpell und eine feine Pincette, die einzigen erforderlichen Instrumente. Man hebt nun die Spitze des Scalpells oder der Nadel, deren jeweiliger Gebrauch lediglich Sache der Bequemlichkeit ist, sorgfältig von dem durchschimmernden Bogengange abgewandt, ein Knorpelstückchen nach dem andern ab. Es ist im Grunde genommen gleichgültig, von wo aus man mit diesem Ablösen des Knorpels beginnen will; hier wird sich eine gewisse individuelle Gewohnheit herausstellen; aber sehr zu widerrathen ist es, andere Theile des Labyrinthes, etwa die Schnecke, vor Bloslegung der Bogengänge in Angriff zu nehmen. Ich werde den von mir nach vielen Versuchen zuletzt eingehaltenen Weg in Kürze schildern, ohne jedoch auf manuelle Details eingehen zu können, welche nach den ersten paar Versuchen erkannt und erworben werden. Mein Anfang ist der Ort, wo sich die beiden verticalen Gänge zur Commissur vereinigen. Von hier gehe ich längs des vorderen, verticalen Ganges zu der gleichnamigen Ampulle; hierauf wende ich mich zu der daneben liegenden, horizontalen Ampulle und verfolge ihren zugehörigen Bogengang, soweit er oberflächlich liegt, so weit, als ihr obenerwähnter Wulst sich erstreckt. Dann kehre ich zum Orte meines Anfanges zurück und verfolge den hinteren, verticalen Gang; ist auch seine Ampulle befreit, so kommt als nächste Aufgabe die Blosslegung des Aquäducts. Jetzt ist die äusserste Vorsicht nöthig, da hier ein einziger unglücklicher Zug an einem theilweise losgelösten Knorpelstückchen die schlimmsten Zerstörungen anrichten kann. Man gehe von unten nach oben, also etwa von dem obersten Ende der inneren Schneckenwand aus und verzichte lieber durch gleichsam schichtenweises Abtragen des Knorpels auf das Ablösen von grösseren Stücken im Zusammenhange. Ist der Aquäduct unversehrt zu Tage gefördert, so ist die gefährlichste Klippe glücklich vermieden. Es folgt dann die verhältnissmässig leichte Präparation der Commissur und der vorderen inneren Utricularwand. Ich vergass bei den Bogengängen zu erwähnen, dass es wünschenswerth ist, dieselben nicht nur einfach bloszulegen, sondern sie auch gewissermassen zu unterminiren, weil es dann weniger riskant ist, die zwischen ihnen und der Commissur gelegene Knorpelmasse durch Bröcklen mit der Nadel und leichtes Zerren mit der Pincette nach und nach zu entfernen und so schliesslich zur Darstellung der Einmündung des horizontalen Ganges und der vorderen inneren Wand des *utriculus* zu gelangen. Bisher wurde das Präparat zwischen zwei Fingern fixirt (wobei jedoch das Drücken auf die Schnecke vermieden werden muss), indem man sich hierzu des am unteren Theile der Schnecke absichtlich erhaltenen Knochenstückes bediente. Ist nun aber der oberste

Theil des Labyrinthes herauspräparirt, so entfernen wir alle derartige Anhängsel und operiren nunmehr zur Bloslegung der Schnecke nur noch mit zwei Pincetten, indem wir mit der einen das Präparat an irgend einem Knorpeltheile fixiren, mit der anderen aber, dem Verlaufe der Windungen entsprechend, die knorplige Hülle langsam herunterziehen. Ich beginne gewöhnlich am Vorhofsblindsacke und erst nach Befreiung der Aussenseite schreite ich zur Bloslegung der Innenseite. Zu den Hauptschwierigkeiten gehört es, den Sack und seine directe Nachbarschaft von der ihn umlagernden Periostmasse zu befreien. Hier entscheidet oft ein einziger Zug über das Schicksal des vielleicht bis dahin tadellos erhaltenen Präparates; hier lässt sich kein bestimmter Gang vorschreiben; die Chancen sind gleich für die meisten Angriffspuncte. Derartige Manipulationen entziehen sich allgemeinen Regeln ebenso, als es unmöglich war, alle jene kleinen technischen Vortheile zu erwähnen, durch deren Erlangung und schliessliche Aneignung man sich für die Mühe und aufgewandte Geduld der ersten Versuche entschädigt und belohnt halten muss.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Das Dach der Ampulle (vom Rind) ist abgetragen und so der Boden sichtbar gemacht. *ca. crista acustica. cs.* Uebergang der Ampulle in den *canalis semicircularis.*

Fig. 2. Innenseite des Ampullendaches (vom Rind). *r.* Dachzellenstreif, welcher sich bei *cs*, dem Uebergange in den *canalis semicircularis*, als *raphe* fortsetzt.

Fig. 3. Isolirte *crista acustica* von oben gesehen (vom Rind).

Fig. 4. Ausbreitung des *planum semilunatum pl*, an der Seitenwand der Ampulle. *ca.* Schnittfläche der *crista acustica* (vom Rind).

Fig. 5. An einem *utriculus* des Rindes sind entfernt: der ganze vordere obere Theil desselben, die Commissur sammt dem Utriculusdache und von der hinteren, verticalen Ampulle und dem horizontalen Canale sind nur die kurz abgeschnittenen Einmündungsstellen sichtbar. *mu. macula utriculi. v p.* Hintere, verticale Ampulle. *h'.* Horizontaler Bogengang. *c.* Communicationsröhre zwischen *utriculus* und *sacculus. b.* Einmündungsstelle derselben im *utriculus. a.* Grenzleiste zwischen dem *recessus utriculi membranaceus* und dem hinteren Theile des *utriculus.*

Fig. 6 zeigt den Binnenraum des *utriculus* im Zusammenhange mit den einmündenden Theilen. Das Dach des *utriculus*, die Vorderwand der Commissur

und die Dächer der Ampulle sind entfernt. *va.* vordere, verticale Ampulle. *h.* Horizontale Ampulle. *h'.* Einmündender, horizontaler Bogengang. *v p.* Hintere, verticale Ampulle. *a, a', a''.* Leisten an den Oeffnungen der Ampullen in den *utriculus. mu. macula utriculi. b.* Grenzleiste zwischen dem *recessus membranaceus utriculi* und dem hinteren Theile des *utriculus. c.* Einmündung der Communicationsröhre. *c'.* Durchschimmernder Theil derselben. *co.* Commissur (vom Rind).

Fig. 7 zeigt den geöffneten *recessus utriculi membranaceus* mit der in seinem Grunde enthaltenen *macula utriculi (mu). a.* Uebergang in den hinteren Theil des *utriculus* (vom Menschen).

Fig. 8. *s. sacculus rotundus. ms.* Durchschimmernde *macula sacculi. cr. canalis reuniens. dc.* Beginn des *ductus cochlearis* (vom Rind).

Fig. 9 zeigt den *sacculus* geöffnet. *ms. macula sacculi. cr. canalis reuniens* (vom Rind).

Fig. 10 soll den Verlauf der Communicationsröhre zwischen Sack und *utriculus* zeigen; zu diesem Zwecke wurde der Sack etwas herabgezerrt. *co.* Commissur. *h'.* Horizontaler Bogengang. *vp.* Hintere, verticale Ampulle. *s. sacculus. cr. canalis reuniens. av. aquaeductus vestibuli. nu. nervus utriculi,* † zipfelartiger Fortsatz des Sackes. *c.* Ursprung, *c'.* durchschimmernde Mündungsöffnung der Communicationsröhre (vom Rind).

Fig. 11. Häutiges Labyrinth *in toto* von vorne und aussen gesehen in seiner natürlichen Lage. *va, h, vp, co, s* entsprechen den Bezeichnungen der früheren Figuren. *va', vp', h'* sind die zu den betreffenden Ampullen zugehörigen Bogengänge. *c.* Communicationsröhre. *dc.* Vorhofsblindsack. † zipfelartiger Fortsatz des Sackes (vom Rind).

Fig. 12. Dasselbe Präparat von innen und hinten gesehen, in seiner natürlichen Lage. *av. aquaeductus vestibuli.* Die übrigen Bezeichnungen sind dieselben, wie in Fig. 11.

XIX.

Die Lymphbahnen des inneren Ohres der Wirbelthiere.

Von

Dr. C. Hasse.

Mit Tafel XXXV u. XXXVI.

Die Lymphbahnen des inneren Ohres, oder besser die Wege zu schildern, auf denen eine Erneuerung der peri- und endolymphatischen Flüssigkeit stattfinden kann und auf denen die Stoffe der regressiven Metamorphose abgeführt werden, ist nicht die leichteste unter den schwierigen Aufgaben, die das Gehörorgan dem Forscher stellt, eine Aufgabe, an deren Lösung erst die Neuzeit mit grösserer oder geringerer Klarheit der Bestrebungen herangetreten ist. Die Beobachtungen sind ausserordentlich sparsam und mehr beiläufig gemacht und beschränken sich immer nur auf einzelne Thiere. Keiner hat bis jetzt den Versuch gewagt, durch die ganze Reihe der Wirbelthiere die in Frage kommenden Bildungen zu verfolgen, das Typische von dem Nichttypischen zu sondern und sich über die physiologische Bedeutung klar zu werden und doch ist es nur auf diesem Wege möglich, eine klare, deutliche Vorstellung zu erlangen und unfruchtbare und zeitraubende Controversen zu vermeiden. Dabei gewinnt denn häufig das, was man bei den Untersuchungen in einer bestimmten Thierclasse als gleichgültig behandelt und kaum der Untersuchung für werth erachtet, oftmals eine hohe Bedeutung. Dafür ist mir der sogenannte *aquaeductus cochleae* ein lehrreiches Beispiel gewesen. So lange ich mich mit der Untersuchung der Vögel und Säugethiere beschäftigte, habe ich demselben dieselbe Aufmerksamkeit geschenkt, wie alle Forscher der neuesten Zeit und denselben als einen einfachen, gefässführenden Canal betrachtet und doch hätten Beobachtungen älterer Forscher, wie Cotugno[1]) und namentlich

1) Thesaurus dissertationum de Sandifort.

Meckel[1]), Breschet[2]) und vor allem Windischmann[3]) und Rathke[4]), aufmerksam machen müssen. Die ersteren Beobachter bezeichnen die Wasserleitungen als Divertikel, die Meckel sogar mit Quecksilber injicirt hat, während Windischmann und Rathke eigenthümliche, sackartige Anhänge am Labyrinthe beobachteten, die sie, trotzdem sie ausserhalb der Gehörkapsel lagen und trotzdem sie niemals einen Nerven an denselben beobachten konnten, dennoch gezwungenermassen mit der Schnecke in Verbindung brachten. Alle diese Beobachtungen gewannen erst einen Werth für mich, als ich bei den Schildkröten den *canalis lymphaticus* und die Beziehungen desselben zum perilymphatischen Raume entdeckte und als Clason bei seiner, unter meiner Leitung ausgeführten Arbeit über das Gehörorgan der Eidechsen denselben und zugleich einen sackartigen Anhang auffand und auch eingehendere Studien über den *aquaeductus vestibuli* machte, die er dann in einer Arbeit, die mir leider nicht zu Gesicht gekommen und die ich nur aus dem Jahresberichte von Henle kenne, an anderen Thieren weiter verfolgt zu haben scheint. Alle diese Beobachtungen, im Zusammenhalt mit den Erfahrungen, die ich über das offene *foramen rotundum* einiger Vögel und Amphibien gewonnen, machten mir vor allen Dingen die Bedeutung des *aquaeductus cochleae* klarer und als Ketel auf meine Veranlassung nach ähnlichen Bildungen bei den *Cyclostomen* forschte und solche zu finden glaubte, liess sich die hohe physiologische und morphologische Bedeutung nicht absprechen, besonders auch, da die Untersuchungen Schwalbe's über die Lymphbahnen des Auges[5]), der beiläufig auf eine Lymphbahn des inneren Ohres aufmerksam machte und Böttcher's Beobachtungen über den gleichen Theil[6]) auf Aehnliches hinweisen. Ich versuchte in meiner Arbeit über das Gehörorgan der Fische an der Hand der damals gewonnenen Erfahrungen eine allgemeine Darstellung der Wege, auf denen sich die peri- und endolymphatische Flüssigkeit erneuern kann, zu geben und glaubte das Verhältniss dahin präcisiren zu können, dass sich die lymphatische Flüssigkeit bei sämmtlichen Wirbelthieren aus der Schädelhöhle durch den *aquaeductus vestibuli* in das Innere des Gehörorganes ergiesst, durch Exosmose dann in das *cavum perilymphaticum* gelangt und sich nun bei den Fischen wieder in die Schädelhöhle entleert, oder bei den höheren Thieren durch einen eigenen *canalis lympha-*

---

1) Dissertatio anat. physiol. de labyrinthi auris contentis. 1777.

2) Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'oûie et sur l'audition. 1836.

3) De penitiori auris in amphibiis structura.

4) Entwicklungsgeschichte der Schildkröten.

5) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. VI. 1870.

6) Ueber Entwicklung und Bau des Gehörlabyrinthes. Leipzig 1871.

ticus, oder durch den *aquaeductus cochleae* peripherisch in ein Lymphgefäss abgeführt wird, wie es nach HENLE, auch CLASON in seiner Arbeit anzunehmen scheint. Ich verkannte aber schon damals die Lücken nicht, die ich nur mittelst Hypothesen übersprang, fehlte mir ja doch der positive Nachweis eines *aquaeductus cochleae* bei den *Plagiostomen,* fehlte mir doch ferner bei den Teleostiern ein *aquaeductus vestibuli* und hatte ich denselben ja auch bei den Fröschen nicht nachgewiesen. Ferner fehlte mir auch bei den Fröschen und Vögeln die geschlossene Bahn des *canalis lymphaticus,* wie solches bei den Eidechsen und Schildkröten vorkam. Ferner trübte die Thatsache der bisher angenommenen, offenen Communication des *recessus labyrinthi* mit der Oberfläche des Schädels, bei den Plagiostomen weiterhin das blindgeschlossene Ende des *aquaeductus vestibuli,* wie CLASON es bei den Eidechsen fand und RATHKE bereits früher bei den Schlangen und Schildkröten nachgewiesen und weiter auch die Frage nach dem Verhältnisse zwischen offenem und geschlossenem *foramen rotundum* bei den Vögeln und der *apertura aquaeductus cochleae,* die Glätte der Theorie. Bei Lichte besehen hatte meine ganze Theorie den Werth einer kühnen Hypothese, der man höchstens das Verdienst hätte zuschreiben können, eine Anregung zu weiteren Forschungen zu geben und ich hielt es daher für meine Pflicht, nachdem ich soweit gedrungen, selbst Hand anzulegen, allseitig so viel wie möglich zu forschen und womöglich die Berechtigung der Theorie nachzuweisen, die doch immerhin auch für die Praxis eine folgenreiche sein würde und somit der ganzen Lehre vom Gehörorgane eine gewisse Abrundung zu geben. Dazu war es natürlich nöthig die ganze Wirbelthierreihe, von den niedersten angefangen, zu untersuchen. Ich bereue es nicht, diese Untersuchung aufgenommen und diesen Weg eingeschlagen zu haben. War sie auch eine der mühereichsten, die ich überhaupt in den letzten Jahren angestellt, so war sie dafür auch in vielen Beziehungen lohnend, umsomehr, weil damit die Einheitlichkeit des Baues des Gehörorganes in der Wirbelthierreihe noch weitere Stützen bekommt und weil auf manche morphologische Verhältnisse, die mir bis dahin dunkel waren, ein klares Licht geworfen wird. Man möge nun aber nach der Ueberschrift dieser Abhandlung, die Manchem vielleicht prätentiös dünken möchte und die sich nur durch das Fertige der Untersuchung rechtfertigen liesse, nicht voraussetzen, dass ich etwas vollkommen Abgeschlossenes und in allen Puncten Sicheres vorzulegen im Stande bin. Im Gegentheil, es ist nur ein weiter ausgedehnter Versuch und tritt nicht aus dem Rahmen einer Studie heraus zu einer vollkommen abgeschlossenen Lehre, überall wird man auf Fragezeichen stossen, selbst wo dieselben nicht ausdrücklich angeführt, und ich bescheide mich damit, erfährt doch hiermit die ganze interessante Frage die erste

ausführliche Behandlung. Möge sie Nachahmer finden und möchten recht bald andere Bearbeiter Vollkommeneres und Besseres leisten, dann ist mein wesentlicher Zweck erfüllt.

Bevor ich mich nun zur speciellen Beschreibung der einschlägigen Verhältnisse wende, will ich in kurzen Zügen das wesentlichste Resultat, zu dem mich meine Untersuchungen in sämmtlichen Wirbelthierclassen geführt, voranstellen. Sämmtliche Wirbelthiere besitzen eine aus dem *vestibulum* sich erhebende Röhre, die mit Ausnahme der Plagiostomen, wo dieselbe auf die Schädeloberfläche führt, bei allen Thieren in die Schädelhöhle sich begiebt und entweder blindgeschlossen endet und einem epicerebralen Lymphraume ansteht, oder in denselben sich öffnet. Es ist das der *ductus endolymphaticus,* oder *aquaeductus vestibuli* mit dem *saccus endolymphaticus,* welch ersterer bei den meisten Wirbelthieren speciell aus dem *sacculus,* also aus der unteren Vorhofsabtheilung sich erhebt. Die perilymphatische Flüssigkeit ergiesst sich dann bei den Fischen ohne bestimmt gesonderte Bahnen in die Schädelhöhle, in den epicerebralen Raum, bei den Plagiostomen dagegen gesondert auf die Oberfläche des Schädels und bei den übrigen Wirbelthieren geht, abgesehen von Nebenwegen, eine gesonderte Bahn mittelst eines engen Canals entweder in den epicerebralen Raum, oder zu einem im *foramen jugulare* gelegenen Lymphsack, der einerseits in ein peripheres Lymphgefäss, andererseits wieder in den epicerebralen Lymphraum übergeht, und dieser Canal ist der *canalis s. ductus perilymphaticus* mit dem *saccus perilymphaticus,* der die Gehörkapsel entweder durch das *foramen rotundum,* oder durch die *apertura aquaeductus cochleae* der Autoren verlässt und dieser leitet die Perilymphe aus der Gehörkapsel gegen die Peripherie.

Ich will nun zunächst soviel als möglich gesondert den *ductus endolymphaticus* oder die Vorhofswasserleitung durch die Wirbelthierreihe hindurch verfolgen und dann zu der complicirten Schneckenwasserleitung, den *canalis s. ductus perilymphaticus,* übergehen.

Der *ductus endolymphaticus,* oder der *aquaeductus vestibuli* ist also eine allen Wirbelthieren zukommende Bildung, die schon in der frühesten, embryonalen Periode nach Bildung des Gehörbläschens nachweisbar als *recessus labyrinthi* auftritt, der somit auch allen Wirbelthieren zukommen muss und von dem wir wissen, dass er eine blindgeschlossene Ausstülpung der Labyrinthbläschen gegen das *cavum cranii* hin darstellt. Sie fällt somit nicht, wie auch Böttcher für die Säugethiere richtig bemerkt, im späteren Leben der regressiven Metamorphose anheim, sondern bildet sich im Gegentheil bei den Vertebraten immer weiter fort und wächst aus. Ist nun die einfachste Form des Gehörorganes der Wirbelthiere, wie man das *a priori* anzunehmen geneigt ist, ein gleichsam auf embryonaler Stufe stehen gebliebenes, einfaches Bläschen, so

muss der *ductus endolymphaticus*, oder die Vorhofswasserleitung sich als ein blindgeschlossener, gegen die Schädelhöhle verlaufender Canal darstellen und wenn dieses Bläschen schon Andeutungen einer höheren Differenzirung zeigt, so muss es aus demjenigen Theile sich erheben, der gleichsam als Rest der ursprünglichen embryonalen Blase anzusehen ist und so verhält es sich in der That. Die Untersuchungen Ketel's haben uns gelehrt, dass bei *Myxine glutinosa* das Gehörorgan ein einfaches, ringförmiges Bläschen darstellt, an dem sich nur vorne und hinten die ersten Andeutungen von Ampullen als Ausbuchtungen differenziren und so sehen wir denn bei diesen Thieren in einfacher Form (Taf. XXIV, Fig. 16 *A*, Fig. 36) den *ductus endolymphaticus* unten und innen sich trichterförmig aus dem Grundtheil des ringförmigen Labyrinthbläschens, der die *macula acustica* trägt, erheben, wie das nicht anders zu erwarten und dieser Trichter geht in eine cylindrische Röhre über, die dann mit dem Gehörnerven nach oben innen verlaufend die Verschlussmembran der Gehörkapsel, die *dura mater*, durchbricht und am Boden der Schädelhöhle unter dem Gehirn, in dem Raume zwischen diesem und der *dura* verläuft, um hier zu einem keulenförmigen Bläschen angeschwollen, blindgeschlossen zu enden. Das Bläschen sowohl, wie die Röhre ist ausserordentlich zartwandig und ersteres ist von einem schönen Pflasterepithel bekleidet, zugleich aber, und das ist für das Folgende ausserordentlich interessant, mit Concrementen angefüllt. Leider war das mir zu Gebote stehende Material so ausserordentlich sparsam, dass es mir nicht gelang, über den zweiten Canal zur Klarheit zu kommen, auf den Ketel (Taf. XXIV, Fig. 36 *d''*) die Aufmerksamkeit gelenkt und die sich kurz vor der Durchbohrung der *dura* mit dem aus dem *vestibulum* kommenden vereinigt. Mir hat der Gedanke nahe gelegen, dass es sich um ein Gefäss handeln könnte und dass wir es somit mit einer einfachen, blindgeschlossenen Vorhofswasserleitung, dem embryonalen *recessus labyrinthi*, zu thun haben. Jedenfalls bedarf dieser Punct an der Hand eines reichlicheren Materials einer näheren Untersuchung und Aufklärung.

Bei den Neunaugen differenziren sich ja aus dem bläschenförmigen Gehörorgane entweder als einfache Ausbuchtungen, oder als durch Faltungen ursprünglich entstandene, selbständige Röhren (Bogengänge) sämmtliche Bestandtheile des Labyrinthes der höheren Vertebraten, Schnecke, *sacculus, utriculus*, die beiden verticalen Bogengänge mit den zugehörigen Ampullen und der Commissur. Nur der horizontale Bogengang fehlt und die Ampulle ist nur in der ersten Anlage nachweisbar. *Sacculus, cochlea* und *recessus utriculi* sind ja nur Ausbuchtungen der grossen Vestibularhöhle und was nun den *ductus endolymphaticus* betrifft, der aus dieser sich erheben muss, so hat bereits eine frühere Zeit einen

solchen angenommen. Breschet[1]) nennt die kleine Oeffnung, die bereits E. H. Weber[2]) oberhalb des *foramen* für den *nervus acusticus* an der Innenwand der Gehörkapsel gefunden, *aquaeductus vestibuli* ohne weiteres beizufügen, als dass sie mit dem gleichen Gebilde aller höheren Thiere übereinstimme, während Weber dieselbe zum Durchtritt für Gefässe dienen lässt. Ketel hat dann darauf aufmerksam gemacht, dass genau gegenüber der *apertura aquaeductus vestibuli* von Breschet, unter dem Schnabel der Commissur (Taf. XXIII, Fig. 7) eine Oeffnung sich findet, die bereits Owsjannikow[3]) (Taf. II, Fig. II) gezeichnet und dass diese in eine Röhre hineinführt, die sich durch die häutig faserige Hülle des Gehörorganes gegen die Apertur erstreckt. Bis in die Schädelhöhle vermochte er dieselbe nicht zu verfolgen, nahm aber keinen Anstand, sie für die Vorhofswasserleitung zu nehmen. Ausserdem entdeckte er aber auch eine zweite Röhre (Taf. XXIV, Fig. 23), die sich aus der Wand des Vorhofes und zwar aus dessen vorderer Zelle entwickelte, die schräg nach oben verlief und im *sulcus frontalis* befindlich mit einer keulenförmigen Verdickung endete. Diese zeigte an ihrem oberen Ende eine Oeffnung, da diese aber gerissene Ränder zeigte, so glaubte er an ein Kunstproduct. Im Uebrigen fanden sich kleine, kugelige Otolithenmassen darin. Diese Keule vermochte er nicht bis in die *apertura aquaeductus vestibuli* zu verfolgen. Somit existiren also nach seinen Befunden zwei Röhren, eine obere unmittelbar unter der Bogengangmündung, also der Commissur der höheren Thiere entsprechend und eine untere dem *vestibulum* angehörige, die ihre Mündung oberhalb der Oeffnung der Schneckenausbuchtung und des *recessus sacculi* besitzt.

Dieser Befund hatte mir nichts Auffallendes, da er bei *Myxine* den *ductus endolymphaticus* aus zwei Röhren bestehend fand, allein als ich weiterhin die Entwicklungsgeschichte und die übrigen Wirbelthiere zu Rathe zog und stets nur eine endolymphatische Röhre fand, erschien mir die Thatsache so räthselhaft, dass ich aufs Neue die Untersuchung aufnahm, um zur Klarheit zu kommen. Da stellte sich denn allerdings heraus, dass nur ein *ductus endolymphaticus*, oder *recessus labyrinthi* existirt, der sich auf dieselbe Weise, wie bei *Myxine* verhält und aus dem ursprünglichen Gehörbläschen, dem *vestibulum*, seinen Anfang nimmt. Es ist die Röhre (Taf. XXXV, Fig. 1 *e*), die schräg die Innenwand der vorderen Vestibularzelle oberhalb der vorhin erwähnten Ausbuchtungen der Schnecke und des Sackes durchsetzt und schräg nach oben und

1) Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'oûie des poissons. 1838.

2) De auditu animalium aquatilium. 1820.

3) Ueber das Gehörorgan des *Petromyzon fluviatilis*. Memoires de l'academie des sciences de Sct. Petersbourg. VII. Serie. Tome VIII.

vorne verlaufend nach kurzer Strecke (Taf. XXXV, Fig. 2) in eine birnförmige Anschwellung, einen *saccus endolymphaticus* übergeht, der nun nicht offen, sondern geschlossen in dem *sulcus frontalis*, dicht von der häutig faserigen Hülle des Gehörorganes umschlossen liegt und oben an die *apertura aquaeductus vestibuli* stösst, so dass sie sich also mit ihrem Ende an das *cavum cranii*, den epicerebralen Raum lagern kann. Innerhalb desselben befinden sich, wie KETEL richtig bemerkt, wiederum Kalkconcretionen. Was stellt denn nun aber die zweite Röhre, die KETEL gesehen, dar? Unmittelbar unter dem Zusammenstosse der beiden verticalen Bogengänge (Taf. XXXV, Fig. 1 *g*) findet sich an der Innenwand des Gehörorganes ein dreieckiges Feld, oder eine dreieckige Ausbuchtung, dessen nach unten gewandte Spitze an die *crista frontalis* resp. den *sulcus frontalis* (Taf. XXXV, Fig. 1, Fig. 2) anstösst und die man als Bogengangcommissur anzusehen hat. Im unteren Ende derselben (Taf. XXXV, Fig. 2 *d*) findet sich, wie auch OWSJANNIKOW es richtig zeichnet, eine mehr herzförmige, verhältnissmässig weite Oeffnung, allein diese führt nicht in eine gegen die Schädelhöhle verlaufende Röhre, sondern in einen halbkugelförmigen Blindsack (Taf. XXXV, Fig. 1 *c*), unter dem dann der keulenförmige Sack der Vorhofswasserleitung befindlich. Das, was KETEL getäuscht, ist ein aus der Schädelhöhle kommendes Gefäss, das die *apertura aquaeductus vestibuli* durchsetzt und an der Aushöhlung der Commissur sich verliert. Diesen kleinen Blindsack möchte ich als Homologon der Ausbuchtung, die sich bei vielen Teleostiern am oberen Ende der Commissur findet, ansehen. Somit hat jeder der älteren Autoren Recht, vor allen E. H. WEBER, wenn er die oberhalb des *foramen acusticum* gelegene, kleine Oeffnung als eine Gefässöffnung bezeichnet, und auf der anderen Seite BRESCHET, der sie freilich ohne soliden Grund *apertura aquaeductus vestibuli* nennt, denn sie dient ja gleichzeitig zum Durchtritt eines Gefässes und zur Aufnahme des Endes des *sacculus endolymphaticus* der Vorhofswasserleitung, die gerade dadurch, dass sie in einer von der Durchtrittsstelle des Gehörnerven nach oben gelegenen Oeffnung liegt, eine höhere Differenzirung gegenüber *Myxine* zeigt.

Was nun die Teleostier betrifft, so finden wir ja bei ihnen, dass die einzelnen Abtheilungen des häutigen Labyrinthes nicht länger wie bei den *Cyclostomen* zum überwiegenden Theile nur Ausbuchtungen des Gehörbläschens des Vestibularsäckchens sind, sondern dass dieselben, wenn sie auch mit einander communiciren, dennoch eine grosse Selbständigkeit besitzen, wie das ja immer mehr hervortritt, je höher wir in der Wirbelthierreihe emporsteigen. So sehen wir denn auch mit Bezug auf den *ductus endolymphaticus*, dass derselbe eine Weiterentwicklung erfährt, wofür das Verhalten von *Petromyzon* vor allem als Vorbild zu

dienen hat. Der Vestibularraum war hier im Wesentlichen einfach, wie zu einer frühern Periode der Entwicklung des Labyrinthbläschens überhaupt, bei den Fischen dagegen ist er in einen *utriculus* und einen *sacculus* mit Schnecke getrennt. Wir sahen nun, dass sich bei den Neunaugen die vestibulare Oeffnung der Vorhofswasserleitung oberhalb dieser beiden letzteren Abtheilungen, besser noch oberhalb ihrer *maculae acusticae*, die in den *recessus* lagen, fand, dagegen weit entfernt von dem *recessus utriculi* mit dessen *macula*. So ist es denn erklärlich, wenn wirklich eine Continuität der Entwicklung in der Thierreihe vorhanden, dass wenn *sacculus* und *utriculus* sich scheiden und selbständig werden, der *recessus labyrinthi*, der endolymphatische Canal in den Bereich des *sacculus*, der eine ausserordentliche Massenentwicklung gegenüber der Schnecke erfährt, fällt und so ist es in der That bei den Teleostiern, wo wir die Oeffnung des *ductus endolymphaticus* oberhalb der *macula sacculi*, wie bei *Petromyzon*, gelagert finden und zwar an der inneren Wand, wo sie auch bei den *Cyclostomen* auftrat. Aus dieser Oeffnung erhebt sich dann die ausserordentlich zarte Vorhofswasserleitung, steigt empor und endet blind mit einem *saccus endolymphaticus*. Eine *apertura aquaeductus vestibuli* wie bei *Petromyzon* kann sich ja nicht finden, weil bei den Teleostiern die feste knöcherne oder knorplige Innenwand des Gehäuses fehlt und durch die *dura mater* ersetzt wird. Wohl aber wissen wir, dass die *dura* an einzelnen Stellen, namentlich oben an der Commissur, Lücken zeigt, die den Ort der Einstülpung der *dura* in die Gehörkapsel, als Periost desselben anzeigen. Diese grosse, rundliche Oeffnung der *dura*-Wand, am oberen Ende der Commissur, unter den Knochen des Schädeldaches könnte man als *apertura aquaeductus vestibuli* bezeichnen, denn in der That begiebt sich durch diese das zu einem *saccus endolymphaticus* angeschwollene Ende der Vorhofswasserleitung, die, umgeben von dem ölhaltigen Gallertgewebe des *cavum perilymphaticum*, somit in das gleiche des *cavum cranii*, des epicerebralen Raumes hineinragt. Was ich nun hier von den Teleostiern beigebracht, steht in Widerspruch mit den Beobachtungen, die ich in meiner Arbeit über das Gehörorgan der Fische niedergelegt und die darauf hinausgingen, dass diesen Thieren die Vorhofswasserleitung, der *recessus labyrinthi*, im erwachsenen Zustande fehle. Derselbe müsste somit der regressiven Metamorphose anheimgefallen sein und das liesse sich so erklären, dass der Zweck, dem dieses Gebilde dienstbar, in der Schädelhöhle befindliche Flüssigkeit in den endolymphatischen Raum zu befördern anderweitig Genüge geschehen, insofern überall die ungemein zarten Wandungen des häutigen Labyrinthes allseitig von einem Theile der Schädelhöhlenflüssigkeit umspült wurden. Ich fand noch bis in die neueste Zeit hinein keine Veranlassung bei den Knochenfischen aufs Neue Untersuchungen vorzuneh-

nehmen, bis mir durch die Güte des Verfassers die schöne Arbeit von G. Retzius[1]) zu Gesicht kam, die in den Resultaten so ausserordentlich gut mit den meinigen übereinstimmt und die, abgesehen von der später zu behandelnden, von ihm sogenannten *pars basilaris* mit Bezug auf die Morphologie des häutigen Gehörorganes darin von mir abweicht, dass er einen *ductus sacculi*, eine Vorhofswasserleitung, gefunden, deren Oeffnung sich vor und unter der Communicationsöffnung mit dem *utriculus*, an der Sackinnenwand befindlich. Dies rief mir einen früheren gelegentlichen Befund ins Gedächtniss zurück. Ich hatte einmal bei *Pleuronectes platessa* neben der Oeffnung der Verbindungsröhre mit dem *utriculus*, eine zweite gefunden, die ich aber damals (1870) für ein Kunstproduct hielt. Ich nahm nun, in der Hoffnung auch in diesem Puncte eine volle Uebereinstimmung mit den Anschauungen von Retzius herstellen zu können, die Untersuchungen wieder auf und aus dem Vorigen erhellt, bis zu welchem Grade das gelungen. Er bemerkt ganz richtig, dass der Canal anfänglich nach hinten geht und dicht der *dura* anliegt und ausserordentlich leicht mit dieser pigmentirten Membran abgerissen wird. Das ist auch wohl der Grund gewesen, warum ich denselben nicht früher gefunden. Nur das obere Ende ist ihm verborgen geblieben. Dass er mit Injectionen in den Sack nicht reussirt, mag wohl daran gelegen haben, dass die Vorhofswasserleitung anfänglich paralell der inneren Sackwand verläuft und nach oben zieht. Der Druck der Injectionsflüssigkeit wird dann äusserst leicht das *lumen* verlegen.

Ich habe jetzt nur noch der *Clupeiden* zu gedenken, bei denen sich ja wahrscheinlich ein etwas abweichendes Verhalten des *ductus endolymphaticus* findet, insofern die der beiden Seiten sich innerhalb der oberen Knorpelbrücke (Taf. XXVIII) mit einander vereinigen und somit eine Verbindung der beiden endolymphatischen Räume zu Stande bringen, ein Verhalten, das nicht überraschen kann, da wir ja schon bei den anderen Teleostiern sehen, dass die oberen Enden der Commissuren und somit auch die *sacculi endolymphatici* einander ausnehmend genähert sind.

Die Plagiostomen, von denen mir einige Exemplare von *Spinax acanthias* und *Raja torpedo* zur Untersuchung zugänglich waren, suchte ich, abgesehen von den morphologischen Verhältnissen des gesammten häutigen Labyrinthes, namentlich auch mit Bezug auf den *recessus labyrinthi*, den *ductus endolymphaticus* zu erforschen, den einige Autoren (Breschet) auch wohl als *canal du tube ascendent* bezeichnen. Dieser ist ja eben bei diesen Thieren dadurch so auffallend, dass er eine frei an der Körperoberfläche mündende Röhre darstellen soll, die in das Innere des Gehörorganes führt. Ich gestehe nun, dass ich gerade hier wegen unzu-

1) Anatomische Untersuchungen. Stockholm 1872.

reichenden Materials meiner Arbeit nicht den Abschluss geben konnte, den ich wünschte und dieser Mangel, der theilweise auf schlechter Conservirung der Präparate beruhte, ist mir nirgends so fühlbar gewesen. Ich bin nicht weit über die glänzenden Untersuchungen von Weber, denen sich die von Breschet anreihen, die dann beide wieder ihr Vorbild in Monro haben, hinausgekommen, allein immerhin glaube ich auf einige Puncte aufmerksam geworden zu sein, die einigermassen wichtige Winke für diejenigen sein können, denen die Untersuchung leichter möglich.

Sahen wir bei den Teleostiern die Aussackung des primitiven Gehörbläschens, die nicht, wie Gegenbaur es in seiner vergleichenden Anatomie darstellt, als ein Rest der ursprünglichen Communication desselben mit der Körperoberfläche anzusehen ist, den *ductus endolymphaticus* aus einem bestimmten Theile des weiter differenzirten *vestibulum*, dem *sacculus* entstehen und an der Innenwand der Commissur der Bogengänge dicht der *dura*, also dem Perioste des Schädelraumes angelagert, gegen die Knochen der Schädeloberfläche sich empor erstrecken und blindgeschlossen im epicerebralen Raume enden, so lässt sich voraussetzen, dass das auch mit den höherstehenden Plagiostomen, wie überhaupt bei den höheren Wirbelthieren der Fall und so ist es in der That wenigstens bei *Spinax acanthias*. Der *ductus endolymphaticus* erhebt sich (Tafel zum Supplemente, Fig. 10 *de*) aus dem oberen Theile der Sackinnenwand als eine dünnwandige, cylindrische Röhre mit weiter Mündung, läuft dann ein wenig mehr nach vorne gewandt an der Innenwand der Commissur der Bogengänge, innerhalb der knorpligen Labyrinthkapsel, derselben anliegend, empor, dicht umhüllt von dem an der Innenwand des Gehäuses ausserordentlich derben Perioste und tritt dann am oberen Ende der Commissur (Taf. XXXV, Fig. 3 *c*), das Periost röhrenartig mit sich herausstülpend, durch eine Oeffnung an der Grenze der Labyrinthkapsel und des Schädeldaches und schwillt unter dem Integumente sackartig *(saccus endolymphaticus)* an. Dieser Sack ist dann dem der anderen Seite ausserordentlich genähert und wie bei den *Cyclostomen* mit Kalkkonkretionen erfüllt. Diese, welche wie die Otolithen gestaltet sind, können sich auch im Canale finden. Das mit dem *aquaeductus* ausgestülpte Periost endet nun aber nicht als blindgeschlossener Sack, sondern öffnet sich mittelst feiner Oeffnungen im Integumente an der Kopfoberfläche. So die Verhältnisse bei *Spinax acanthias*, dessen Gehörorgan in seinen morphologischen Verhältnissen keine wesentlichen Unterschiede gegenüber dem der Teleostier zeigt.

Anders dagegen stellt sich das Verhältniss bei *Raja torpedo* (Tafel zum Supplemente, Fig. 11, 12), dessen Labyrinth wesentliche Differenzen darbietet, wie ich später weiter ausführen werde, namentlich inso-

fern als eine eigentliche Bogengangcommissur durch die verticalen Bogengänge hervorgerufen fehlt und der frontale Bogengang in den *sacculus* mündet und insofern *utriculus* und *sacculus* sich ganz anders von einander abschnüren, als es bei den übrigen Fischen der Fall. Bei ihnen sehen wir den *aquaeductus*, wie ich das bei IBSEN von *Raja batis* zum ersten Male correct angegeben und gezeichnet finde, nicht blos aus dem oberen Theile der Sackinnenwand, sondern auch mittelst einer feinen Röhre aus dem oberen Theile der Innenwand des *recessus utriculi* sich erheben. Beide Röhren vereinigen sich dann zu einer gemeinsamen, die senkrecht an der Innenseite des Analogon der Commissur, vom Perioste umgeben, aufsteigt, die Knorpelkapsel auf dieselbe Weise wie bei *Spinax* durchbricht, das Periost röhrenförmig mit auszieht, um als blindgeschlossener Sack zu enden, während die periostale Röhre sich wiederum an der Kopfoberfläche öffnet.

Vergleichen wir nun dieses Verhalten der Vorhofswasserleitung, des *ductus endolymphaticus* der Plagiostomen mit dem der Teleostier, so verliert sich das Räthselhafte dieser Bildung, das dieselbe dann darbietet, wenn man nur den innerhalb der Schädelhöhle befindlichen, endolymphatischen Canal, sei es der *Cyclostomen*, sei es der übrigen Wirbelthiere, in Betracht zieht und somit ist die Entdeckung RETZIUS' des *ductus endolymphaticus* der Teleostier eine glänzende und weittragende. Wir sehen bei diesen Thieren das blindgeschlossene Ende den Knochen des Schädeldaches und dem Perioste derselben, der medianen Grenze der oberen Wand der knöchernen Gehörkapsel anliegen und zugleich dem der anderen Seite ausserordentlich genähert. Im embryonalen Zustande wird sich das nun wohl noch deutlicher zeigen. Der *recessus labyrinthi* wird sich, nachdem derselbe ausgewachsen, dem der anderen Seite nahe, mit seinem erweiterten Ende unmittelbar an das Dach des häutigen Primordialkranium legen. Denkt man sich nun denselben, die spätere Vorhofswasserleitung weiter ausgewachsen, so wird das erweiterte Ende, der *saccus endolymphaticus*, wenn die Verknorpelung oder die Bildung von Belegknochen am häutigen Primordialkranium noch nicht vor sich gegangen ist, sich über das Niveau der benachbarten Theile erheben und in innigere Beziehungen zum Integumente treten. Tritt dann, wie bei den Plagiostomen, ringsum die Verknorpelung am Schädeldache ein, so wird sich in demselben und zwar an der medianen Grenze der Gehörkapsel eine Oeffnung finden, durch die sich der *ductus endolymphaticus* mit seiner emporgetriebenen Hülle, die dem häutigen Primordialkranium entstammte und im erwachsenen Zustande dem Perioste der Schädelbinnenräume gleichwerthig ist, unter das Integument begiebt, durch das hindurch sich dann nachträglich die periostale Umhüllung an der Schädeloberfläche öffnen kann. So findet, meine ich, auf die einfachste Weise

die Durchbohrung des Schädeldaches und die Lagerung des *ductus* und seiner Umhüllung unter das Integument seine Erklärung in dem Wachsthume des *recessus*, das bei den Plagiostomen grösser, als bei den Teleostiern ist, bei denen dasselbe nur bis an die Innenfläche des Schädeldaches reichte, dann aber zu wachsen aufhörte, so dass die Belegknochen desselben den *ductus*, oder besser gesagt, sein Ende, den *saccus endolymphaticus* glatt überziehen.

So geschlossen in sich und abgerundet nun auch die vergleichend anatomische und entwicklungsgeschichtliche Seite meiner Darstellung erscheint und so gut nun auch der *canal du tube ascendent* (Breschet), der *sinus auditorius* (Weber) mit dem *ductus endolymphaticus* der *Cyclostomen* und Teleostier in Einklang steht, so verhehle ich keineswegs, wie ich schon zu Anfang andeutete, dass die Schilderung meinen Beobachtungen vorangeeilt ist und nicht ganz im Einklange steht mit dem, was die älteren, ausgezeichneten Beobachter, Weber und Breschet, die in ihren Schilderungen im Wesentlichen übereinstimmen, kennen gelehrt. Der *sinus auditorius* mit dem *canalis* (Weber) ist der *canal du tube ascendent* nach Breschet und zwar schildert Weber, dem ich als dem ersten genauen Darsteller folgen will, den *sinus auditorius* als einen zwischen der *cutis* und der Oberfläche des *cranium* gelagerten, membranösen, ovalen Sack mit dicken Wänden, der durch eine Einschnürung in zwei Hälften getheilt wird und einerseits nach unten in den Canal, andererseits nach oben in drei Canäle übergeht, die sich an der Oberfläche des Kopfes öffnen. Bei *Raja torpedo* findet sich nur ein Canal und dem entsprechend eine Oeffnung. In den *sinus auditorius* gemachte Injectionen füllen den Canal und weiter das *vestibulum*. Es findet also nach ihm sowohl, wie nach Breschet eine freie Communication zwischen dem Inneren des Labyrinthes und der Oberfläche des Kopfes statt, während nach meiner Darstellung allerdings eine freie Communication mit der Kopfoberfläche, aber nicht zwischen derselben und dem *cavum endolymphaticum*, sondern zwischen ihr und dem perilymphatischen Raume vorhanden ist, insofern das Periost, das denselben abschliesst, röhrenartig, mit dem blindgeschlossenen *aquaeductus* nach oben unter die Kopfhaut geht und sich dann durch diese hindurch öffnet. Nach mir besteht also der *recessus labyrinthi*, oder der *canal du tube ascendent* aus zwei Theilen, einer an der Oberfläche des Kopfes sich öffnenden, röhrenförmigen Fortsetzung des Periostes der Gehörkapsel und einer darin gelagerten, blindgeschlossenen, zarten Röhre, den *ductus endolymphaticus*, dessen obere, unter dem Integumente gelagerte, sackartige Anschwellung *(saccus endolymphaticus)* eine Ausweitung der periostalen Röhre bedingt. Meine eigenen Beobachtungen für die Richtigkeit dieser Auffassung bestehen darin, dass ich den *canal du tube ascendent* im Sinne von Breschet und

Weber in der That aus zwei Theilen bestehend finde und zwar aus einer äusseren, dickwandigen Membran, die glänzend weiss, an der Innenfläche der Commissur und dem oberen Theile der Innenwand des *sacculus*, respective des *utriculus* gelagert, mit diesen so innig verbunden erscheint, dass eine vollständige Lösung von denselben mir niemals ohne Zerreissung der Sackmembran gelungen und diese, die nun nach oben hin röhrenartig durch die Oeffnung an der Schädeloberfläche tritt, umschliesst eine zarte, die Sackinnenwand direct fortsetzende Membran, die die derbe, äussere auskleidet. Das, was mir aber nicht zu sehen gelungen ist, ist das Ende derselben und ich habe eben nur aus vergleichend anatomischen Gründen angenommen, dass sie blindgeschlossen, sackartig die Concretionen umhüllt. Ist nun der *canal du tube ascendent* im Sinne von Weber und Breschet der *recessus labyrinthi*, oder der *aquaeductus vestibuli*, der endolymphatische Canal, so kann derselbe begreiflicherweise nicht aus zwei in einander geschachtelten Röhren bestehen, sondern muss, wie bei allen übrigen Wirbelthieren, nur aus einer einzigen Membran zusammengesetzt sein. Das ist nun aber auch nach ihnen nicht der Fall und das spricht nebenbei auch für die Richtigkeit meiner Auffassung. Breschet erwähnt in Uebereinstimmung mit meiner Beobachtung ausdrücklich, dass die Wandung des Canales aus einem festen *textus cellulosus* bestehe, dessen Inneres von einer ausserordentlich feinen, schleimhautartigen Membran ausgekleidet ist und wenn auch Weber darüber nichts bemerkt, so sind mir doch im Verlaufe seiner Schilderung Beobachtungen aufgefallen, die sehr dafür sprechen. Gleich im Anfange (S. 93) sagt er bei der Schilderung des *sinus auditorius*: »Inter aperturas enim (Schädelöffnungen des *ductus*) et cutim externam duo sacci membranacei sibi maxime vicini, aut ut in Raja torpedine parte interna invicem adeo concreti collocati sunt, quorum quisque sinum includit, qui canale per fenestram ovalem descendente in vestibulum membranaceum sui lateris patefactus est« und weiterhin beschreibt er dann diesen *sinus* als einen membranösen Sack. Diese Schilderung hat denn auch Rathke[1]) verleitet anzunehmen, dass Weber bei den Plagiostomen einen eben solchen Anhang des häutigen Vorhofes gefunden, wie er bei den Nattern und Eidechsen, den er als einen häutigen, lang ausgezogenen und keulenförmigen Sack darstellt, der mit einem kalkhaltigen Brei gefüllt ist und der mit seinem dickeren, abgestumpften Ende die Hautbedeckung der Hörkapsel erreicht. Diesen Sack fasst er als blindgeschlossen auf, da er gleich nachher erwähnt, dass sich über demselben in der Haut ein Löchelchen befindet, ohne hinzuzufügen, dass dieses in den Sack hineinführt. Ferner

1) Entwicklungsgeschichte der Natter (S. 143).

ist noch eine Beobachtung von Weber für meine Auffassung von Wichtigkeit. Führte die Oeffnung in der Haut des Hinterhauptes durch den *sinus auditorius* und den Canal in das *vestibulum,* so müsste es mittelst Injectionen in dieselbe gelingen, den Vorhof zu füllen. Er erwähnt nun aber ausdrücklich von *Raja torpedo,* dass es mit Quecksilber nicht gelungen, durch die Oeffnung den *sinus auditorius* zu injiciren und das ist erklärlich, wenn die Oeffnung nur in die periostale Röhre hineinführt, in deren oberem Ende blindgeschlossen der *aquaeductus vestibuli* endet.

Was dann nun schliesslich die Oeffnung betrifft, die in dem Schädeldache befindlich, der Vorhofswasserleitung und ihrer periostalen Umhüllung zum Durchtritte dient, so ist dieselbe das Homologon der *apertura aquaeductus vestibuli* des *Petromyzon* und wenn man will, auch der Teleostier. Jener besitzt ja wenigstens zum Theile eine an der Innenwand geschlossene Gehörkapsel, die den Knochenfischen vollständig abgeht, bei denen die *apertura* sich nur als Lücke in der *dura* am oberen Ende der Commissur darstellte, aber dadurch interessant war, weil sie sich an der Grenze der oberen Fläche der Gehörkapsel und des Schädeldaches fand, wie wir es ja auch bei den *Plagiostomen* sehen. Gerade dieser Umstand beweist dann, dass die Oeffnung nicht, wie Weber will, ein *foramen ovale* ist, sondern eben die *apertura aquaeductus vestibuli.* Von dem *foramen ovale,* das zum ersten Male bei den *Clupeiden* auftritt, wissen wir, dass es ganz constant im Bereiche des *sacculus* an der Aussenwand der Labyrinthkapsel, nicht aber an deren Oberfläche sich findet.

Haben wir nun so bei sämmtlichen Fischen, und es ist nicht anzunehmen, dass die *Ganoiden* eine Ausnahme bilden sollten, den *ductus endolymphaticus* gefunden und in seinen besonderen Modificationen verfolgt, so wenden wir uns jetzt zur Schilderung des gleichen Gebildes bei den Amphibien. Ich will dabei gleich vorausschicken, dass es unrichtig, wenn, wie ich aus Henle's Jahresbericht ersehe, Clason bei den Amphibien das Vorhandensein eines *aquaeductus vestibuli* läugnet. Er ist, wie ich das schon in meiner Arbeit über das Gehörorgan der Fische vermuthet, bei sämmtlichen und zwar in einer ausserordentlich wunderbaren und interessanten Entwicklung vorhanden, die ein klares Licht auf die Verhältnisse desselben Gebildes bei den höheren Thierclassen wirft. Ich habe von den *Perennibranchiaten, Siredon pisciformis,* von den *Salamandrinae, Triton cristatus* und *Salamandra maculata,* von den *Batrachiern, Rana temporaria* und *edulis* zu untersuchen Gelegenheit gehabt.

Die ersten ausführlichen Angaben über das hier zu beschreibende Gebilde von *Siredon pisciformis* finde ich in der grossen Arbeit von

Calori: »Sulla anatomia dell' Axolotl«[1]. Er macht auf eine zwischen den *bullae auditoriae* befindliche, enorme Kalkmasse aufmerksam, deren Gestalt er mit der *glandula thyreoidea* der Menschen vergleicht und die von einer mit Pigment und zarten Gefässen versehenen, feinen Membran umhüllt wird. Sie erstreckt sich nach hinten von den *lobi optici* über die *corpora quadrigemina*, über fast die ganze *medulla oblongata*, über den *quintus*, den *acusticus* im *meatus auditorius internus* bis zum Willis'-schen Nerven und erscheint auf ihrer Oberfläche ein wenig convex, in der Mitte ihrer Unterfläche ein wenig concav. Diese Kalkmasse lässt sich ohne Verletzung des Gehirnes abheben. Sie besteht aus einer Anzahl von Crystallen von kohlensaurem Kalk. Zuerst in der Meinung, man habe dieselbe als eine enorm entwickelte *glandula pinealis* anzusehen, ist er davon abgekommen, da er entdeckte, dass kein Zusammenhang mit dem Gehirne vorhanden und bringt diese Masse, da er die Kalkkrystallchen mit den Otolithen identisch fand, in Verbindung mit dem Gehörorgane. Er stellt die Vermuthung auf, dass, da sich die Masse zwischen den beiden *meati auditorii* ausdehne, man es mit einem Resonanzapparate zu thun habe.

Diese Vermuthung nun, dass diese von ihm beschriebene, in der Schädelhöhle gelegene Kalkmasse zu dem häutigen Gehörorgane Beziehungen habe, bestätigt sich in der That bei näherer Untersuchung, wenn auch in anderer Weise. Sie ist nämlich der mit dem der anderen Seite verschmolzene, ungeheuer ausgedehnte *saccus endolymphaticus*, der also somit, ähnlich wie ich es von den *Clupeiden* erwähnt, eine Verbindung der *cava endolymphatica* der beiden Gehörorgane zu Wege bringt. Sie stellt also das Ende der beiderseitigen *ductus endolymphatici* oder der *recessus labyrinthorum*, der Vorhofswasserleitungen dar, die ganz dieselben Beziehungen zu den *vestibula*, wie bei den Teleostiern und den Haien zeigen.

Ich habe bereits in meiner Arbeit über das Gehörorgan von *Siredon pisciformis* erwähnt, dass in dem oberen Theile der Innenwand des *sacculus* gerade wie bei den Knochenfischen, nach unten von der ovalen Communication mit dem *utriculus* (Taf. XXIX, Fig. 7 *l*) und ein wenig nach vorne von derselben eine zweite Oeffnung (Taf. XXIX, Fig. 7 *i*) sich findet, die in eine zarte, membranöse, mit Pflasterepithel ausgekleidete, cylindrische Röhre (Taf. XXIX, Fig. 6 *i*) übergeht, welche sich um das hintere Ende des *utriculus* nach oben schlägt, an der Vorderseite der Commissur wie bei den Plagiostomen in die Höhe steigt und dann durch die an der Innenwand der Gehörkapsel wie bei *Petromyzon*, ober-

1) Memorie dell' Academia delle scienze dell' istituto de Bologna. Tomo III. Fasc. 3.

halb des *porus acusticus*, aber wie bei den Teleostiern und Plagiostomen höher gelagerte *apertura aquaeductus vestibuli* in die Schädelhöhle (Taf. XXIX, Fig. 8 *l*) tritt. Während dieses Verlaufes an der Vorderseite der Commissur, an der Innenwand der knöchernen Gehörkapsel liegt diese Röhre des *ductus endolymphaticus* dicht dem pigmentirten Perioste an und kann nur bei grosser Sorgfalt von demselben befreit werden und dieses verlässt ihn erst bei seinem Eintritte in die Apertur, an deren Rändern dasselbe, wie bei den Teleostiern und *Cyclostomen*, mit der *dura* der Schädelhöhle verschmilzt. Es tritt dann also der *ductus endolymphaticus* frei in die Schädelhöhle, in den Raum zwischen *dura* und der eigentlichen Gehirnhülle und breitet sich nun zu einem colossalen Sacke aus, der mit dem der anderen Seite verschmilzt (Taf. XXIX, Fig. 8 *a*) und sich in denselben öffnet. Dieser zu einem verschmolzene Doppelsack, der *saccus endolymphaticus*, ruht oberhalb des Gehirnes, unter den von der *dura* überzogenen Knochen des Schädeldaches, namentlich den *parietalia* und zeigt somit ein Verhalten, wie bei den Knochenfischen, nur mit dem Unterschiede, dass die Säcke nicht getrennt und mit der Differenz gegenüber den Plagiostomen, dass dieselben nicht in die Höhe gewachsen, ausserhalb des knorpligen Schädeldaches, sondern in die Breite gedehnt, innerhalb des *cavum cranii* zu liegen kommen. Es findet sich also mehr eine Weiterbildung der Verhältnisse bei den Teleostiern, wie wir das auch bereits an anderen Organen (Gehörorgan, Wirbelsäule) haben kennen gelernt. Liegt nun der Grund dieser Lagerung in der Schädelhöhle, in der geringeren Entwicklung, die der *recessus labyrinthi*, der *ductus endolymphaticus* des Axolotl gegenüber dem der Plagiostomen erfährt? Ich glaube nicht; im Gegentheil sehen wir dieses Gebilde noch weiter ausgewachsen, allein der Grund, dass sich der *ductus* nicht über das Niveau der Schädeloberfläche erhebt, mag wohl darin liegen, dass derselbe wegen der verhältnissmässig viel grösseren Breitenzunahme des Schädelraumes bei den *Perennibranchiaten* Platz gewinnt sich in die Breite auszudehnen, und dass sich ferner vielleicht die Belegmassen des häutigen Primordialkranium früher bilden, als bei den Plagiostomen. So sehen wir denn, dass der scheinbare Rückschritt, den *Siredon* macht, eigentlich einen Fortschritt über die Plagiostomen hinaus repräsentirt. Auf dieser Breitenzunahme beruht dann auch, meiner Ansicht nach, die Verschmelzung der beiden Säcke. An ganz jungen Axolotl sieht man die beiden noch als durch das Integument des Hinterhauptes, zu beiden Seiten des Gehirnes durchschimmernde, weisse, rundliche, getrennte Flecke. Die Beschreibung, die Calori von dem *saccus* gegeben, ist recht zutreffend. Derselbe dehnt sich mit seiner Innenfläche als *pars media* nicht blos über das Hintergehirn, sondern auch mit seinen *cornua anteriora* und *posteriora* flügel-

artig lateralwärts über die Seitenfläche des Gehirnes aus und zwar erstrecken jene sich bis an die *lobi optici* und nach abwärts gegen die Schädelbasis (Taf. XXIX, Fig. 5 *d*) zum *trigeminus*, diese nach hinten, an der Seite der *medulla oblongata* bis an die Gruppe des *vagus* und ziehen somit oberhalb des *facialis* und *acusticus*, wo wir die Einmündung der Röhre der Vorhofswasserleitung sehen (Taf. XXIX, Fig. 8 *l*). Es gelingt ausserordentlich schwer, den Zusammenhang zwischen dem Sacke und dem *ductus endolymphaticus* zu sehen und in der ganzen Ausdehnung zu präpariren, am ersten noch dann, wenn es gelingt, den Inhalt, der aus einer Anzahl von Otolithen besteht, hineinzutreiben, da dann der Canal als weisse Röhre erscheint. Die Kalkkrystallchen scheinen durch eine sparsame, gallertige Kittsubstanz verbunden zu sein. Das Verhalten des Pigmentes und der Gefässe hat Calori sehr richtig geschildert und sie geben der Sackmembran ein äusserst zierliches Aussehen. Diese zeigt im Uebrigen auf ihrer Innenseite ein einfaches Epithellager. Wie Calori ebenfalls richtig hervorhebt, lässt sich die Masse des Sackes leicht von dem Gehirne und der darüber weggelagerten Hülle, auf der er liegt, abheben, allein an einer Stelle, die auch der geehrte Forscher richtig andeutet (Tab. 22, Fig. 3 *Bn*), findet eine Verbindung der Gehirnhülle mit der Mitte der Unterfläche der *pars media* des *saccus* statt und bei näherer Untersuchung habe ich an dieser Stelle eine höchst zierliche Bildung getroffen (Taf. XXIX, Fig. 9 *b*), die mir ausserordentlich wichtig erscheint. Es öffnet sich nämlich hier durch eine Anzahl querer Spalten, die eine netzartige Zeichnung zu Wege bringen, der Raum des Sackes in den epicerebralen Raum, zwischen Gehirn und dessen Hülle (Taf. XXIX, Fig. 9 *d*) und es kommt somit bei diesen Thieren zum ersten Male eine offene Verbindung dieses mit dem Inneren des Vorhofes zu Stande, eine Communication, die uns von hohem Werthe sein wird, wenn wir zur Betrachtung der Verhältnisse des *ductus endolymphaticus* der Vögel und Säuger kommen.

Bei *Triton* sehen wir dann ebenfalls unterhalb und etwas nach vorne von der Communication des *sacculus* mit dem *utriculus* aus dem oberen Theile der Innenwand des Sackes den *ductus endolymphaticus* mit rundlicher Oeffnung sich erheben (Taf. zum Supplemente, Fig. 16 *de*) und dann an der Innenseite des Gehäuses dicht an das pigmentirte Periost gelagert, medianwärts vom hinteren Ende des *utriculus* und an der Vorderseite der Commissur nach aufwärts ziehen, um dann durch die oberhalb der Oeffnungen für den *acusticus* an der knöchernen Innenwand des Gehäuses befindliche *apertura aquaeductus vestibuli* in die Schädelhöhle zwischen *dura* und Gehirnhülle zu treten und hier sich zu einem blindgeschlossenen Sacke zu erweitern. Dieser zeigt nun nicht dasselbe Verhalten, wie bei *Siredon*. Wir haben an den von mir untersuchten Exem-

plaren wohl denselben mit Kalkmassen, einem Otolithenbrei gefüllten *saccus endolymphaticus*, der sich, an dem lateralen Theile des Hintergehirnes befindlich, oberhalb desselben und unterhalb des Schädeldaches, der *parietalia* an den der anderen Seite anlegt, allein die beiden öffnen sich nicht in einander, wie ich in einem Falle deutlich gesehen, sondern jeder Sack ist für sich und communicirt auch nicht mit dem epicerebralen Raume, sondern liegt demselben nur auf. Man hat sich dabei wohl zu hüten, denselben mit dem oberhalb der Rautengrube gelegenen *plexus choroideus*, dessen vergleichende Anatomie ich bei einer anderen Gelegenheit schildern werde, zu verwechseln, was um so leichter, weil dieser auf den ersten Blick viele Aehnlichkeiten mit dem einfachen *recessus endolymphaticus* des Axolotl besitzt. Ich habe ihn vor und lateralwärts von dem vorderen Ende des *plexus* gefunden.

Wiederum etwas anders, einerseits an *Siredon*, andererseits aber an die *Batrachier* sich anschliessend, ist das Verhalten bei *Salamandra maculata*. Die zartwandige Röhre der Vorhofswasserleitung (Taf. zum Supplemente, Fig. 18 *de*), des *recessus labyrinthi*, hat hier dieselben Beziehungen zum *sacculus* und den an der Innenwand desselben befindlichen Oeffnungen, wie beim *Axolotl* und *Triton* und eben so ist das Verhalten zum Perioste, zum *utriculus*, zur Commissur und zur *apertura aquaeductus vestibuli* des Gehäuses das gleiche, allein in die Schädelhöhle, in den Raum zwischen *dura* und Gehirnhülle, vor dem *plexus choroideus*, an der Seitenfläche des Hintergehirnes hineingetreten, entwickelt sich dieselbe zu einem mächtig ausgedehnten, mit weissen Otolithenkrystallmassen angefüllten Sack. Dieser dehnt sich nach Art der vorderen Hörner des Sackes bei *Siredon*, namentlich an den Seitenflächen des Gehirnes nach vorne hin aus und zwar einerseits bis an die hintere Grenze des Vordergehirnes, andererseits gegen die *basis cranii* abwärts bis vor den *quintus*. Ja er erstreckt sich sogar unter das Mittelgehirn bis nahe an die *hypophysis*. Die Kalkmassen scheinen in Läppchen vertheilt zu sein, was namentlich deutlich an den Rändern hervortritt und wohl nur durch Faltungen der Sackmembran hervorgerufen wird, in die sich reichlich Gefässe hineinlegen. Ausserdem sehen wir auch entsprechend der *pars media* des *saccus* bei *Siredon* einen Fortsatz desselben hinter dem Mittelgehirne, über das Hintergehirn sich erstrecken, den ich bei einigen Thieren mit dem der anderen Seite habe zusammenfliessen sehen, bei anderen dagegen habe ich eine solche Vereinigung vermisst. Jedenfalls ist die Communication der beiden Säcke mit einander eine viel weniger ausgiebige als beim *Axolotl*. Eine Communication mit dem epicerebralen Raume habe ich nicht gefunden, wohl aber sehen wir nach partieller Zerstörung der Sackmembran, die ausserordentlich leicht möglich, die Kalkkrystalle herausfliessen. Ihr Bindemittel ist

also entweder gar nicht oder nur sehr sparsam vorhanden. Auch bei diesen Thieren ist es ausserordentlich schwer, sich von dem Zusammenhange des kalkgefüllten Sackes mit dem *vestibulum* zu überzeugen und es gelingt dann am besten, wenn die zarte Röhre des *aquaeductus* mit Otolithenmassen gefüllt ist.

Bei den Batrachiern, bei denen ich seiner Zeit wohl eine *apertura aquaeductus vestibuli*, aber keinen *ductus endolymphaticus* fand, obgleich ich die Vermuthung aussprach, dass, trotzdem ich nicht einmal im Bereiche des häutigen Gehörorganes eine Oeffnung gefunden, die derselben entsprechen konnte, ein solcher vorhanden. In der That findet sich ein solcher leicht, wenn man nur über den gesetzmässigen Ursprung desselben im Klaren und bei der Revision meiner alten, besser conservirten Präparate ist es mir in allen Fällen gelungen, dessen Existenz darzuthun. Freilich wird er von einem in den vergleichend anatomischen Verhältnissen desselben unbewanderten Auge leicht übersehen, weil er an seiner Innenseite von dem stark pigmentirten Perioste dicht überlagert ist und weil derselbe sehr zartwandig. Selbst dem so genauen Ibsen, der, wie Clason, bei allen anderen Thieren den *ductus* gefunden, ist derselbe entgangen.

Seine vestibulare Oeffnung (Taf. XXXV, Fig. 4 *c*), die auch hier wieder wie bei allen Amphibien und den allermeisten Fischen im Bereiche des oberen Theiles der Innenwand des *sacculus* sich findet, ist durchaus nicht leicht nachzuweisen, verhält sich aber auf dieselbe Weise, wie bei den anderen Amphibien. Sie liegt nämlich unterhalb und nach vorne von der weiten, spaltförmigen Oeffnung (Taf. XXXV, Fig. 4 *b*), die in den *utriculus* hineinführt, nur durch eine dünne Substanzbrücke der Sackwandung von ihr getrennt und deswegen schwer auffindbar, weil die rundliche Oeffnung der vorderen Seitenwand des Sackes nahe anliegt und dann nicht auswärts, sondern schräg nach abwärts sieht und somit bei Betrachtung der Sackinnenwand von der Fläche sehr in der Verkürzung sichtbar wird. Sie führt in eine mit einem einfachen Pflasterepithel bekleidete, dünnwandige Röhre (Taf. XXXV, Fig. 4 *a*), die sich um den *utriculus* nach oben hinten schlägt, also schräger wie bei den übrigen Amphibien verläuft, um dann erst an der Innenwand des hinteren Endes des *utriculus* und vor der Commissur zur *apertura aquaeductus vestibuli* des Gehäuses emporzusteigen und frei in die Schädelhöhle (Taf. XXXV, Fig. 5 *b*), zwischen *dura* und Gehirnhülle, seitwärts vom Hintergehirne ragend, einen mächtig entwickelten Sack zu bilden, der stärker entwickelt erscheint, wie wir ihn bei sämmtlichen Thieren bisher kennen gelernt. Sein oberer Theil (Taf. XXXV, Fig. 5 *b*) dehnt sich wie bei allen Amphibien weit unter das Schädeldach und dessen *dura*-Bekleidung aus, so dass die *parietalia* sorgfältig abgehoben

werden müssen, um den Sack nicht zu verletzen. Ich habe gefunden, dass der unter dem Schädeldache gelegene Theil des Sackes, der der *pars media* von *Siredon* entspricht, an den verschiedenen Individuen grossen Wechseln unterworfen ist. Bald ist derselbe wie bei *Salamandra* auf einen schmalen Fortsatz beschränkt, der sich mit dem der anderen Seite verbinden kann, oder auch getrennt von demselben existirt, bald ist derselbe, wenn auch nicht völlig, so ausgedehnt wie bei dem Axolotl und mit dem der anderen Seite communicirend. Dagegen finde ich die Ausdehnung an den Seitenflächen des Gehirnes ziemlich constant. Wie bei *Siredon* und *Salamandra* erstreckt sich der Sack nach vorne bis zum Vordergehirne und abwärts gegen die Gehirnbasis, oberhalb des *acusticus,* bis vor den *trigeminus,* allein damit nicht genug, so finden wir den auch hier ein gelapptes Aussehen darbietenden *saccus endolymphaticus* bogenförmig über die Schädelbasis, unter die Gehirnbasis, hinter die *hypophysis* (Taf. XXXV, Fig. 6 *b*) wegziehen und sich mit dem der anderen Seite verbinden. Somit greift derselbe von beiden Seiten her, oben und unten ringförmig um das Gehirn und bildet eine ringförmige Verbindung der beiden Labyrinthe. Eine Communication mit dem epicerebralen Raume, zwischen Gehirn und dessen Hülle habe ich auch hier nicht gefunden.

Mit den *Batrachiern* hat nun, wie ich finde, der *saccus endolymphaticus* in der Thierreihe das Maximum seiner Entwicklung erreicht und wenn auch der *ductus endolymphaticus*, der *recessus labyrinthi*, die Vorhofswasserleitung *in toto* nichts weniger als eine regressive Metamorphose bei den höheren Wirbelthieren erfährt, so sehen wir doch niemals den *saccus* eine solche excessive Ausdehnung gewinnen und mit dem der anderen Seite communiciren. Es findet sich von nun an mehr eine Fortbildung der Verhältnisse bei den *Plagiostomen.* Von jetzt an besteht, wenn es überhaupt zur Bildung eines *saccus* kommt, jeder für sich. Jedes *vestibulum* ist also von dem anderen vollkommen getrennt, ein Verhältniss, das in der Classe der Knochenfische und Amphibien Wechseln unterworfen ist, insofern bei den *Clupeiden* eine Verbindung durch den *aquaeductus vestibuli*, bei den *Cyprinoiden* durch die *commissura inferior*, den *sinus impar* zu Stande kommt und insofern unter den Amphibien *Siredon* immer, *Salamandra* und *Rana* häufig eine Aquäductverbindung zeigen.

Wenden wir uns jetzt zu der Classe der Reptilien und zwar zuerst zu der am niedrigsten stehenden Form, den Schlangen, so ist es Rathke's grosses Verdienst, zuerst auf den *ductus endolymphaticus* und dessen Beziehungen zum *canal du tube ascendent,* dem *sinus* und *canalis auditorius* der Plagiostomen aufmerksam gemacht zu haben, den er dann zugleich bei den Eidechsen und *Emys europea* nachwies, während es ihm nicht gelang, denselben bei *Chelonia midas* zu entdecken. Ibsen war es vorbehalten, sowohl bei *Python,* als bei *Chelonia midas* und *Crocodilus* deut-

liche Abbildungen wenigstens des Ursprungstheiles des *aquaeductus vestibuli* zu geben und nach ihm haben Clason und Leydig [1]), ersterer bei Eidechsen, letzterer bei Eidechsen und *Anguis fragilis* demselben eingehendere Studien gewidmet. Ich selbst habe ausser *Coluber natrix, Anguis fragilis, Lacerta viridis* und *fragilis,* sowohl *Chelonia midas*, als *Testudo graeca* und *Crocodilus* untersucht, so dass im Zusammenhalte mit den Beobachtungen von Ibsen, Rathke, Leydig, Clason keine Wirbelthierclasse mit Bezug auf die Untersuchung der Vorhofswasserleitung ausgiebiger studirt sein möchte, als die der Reptilien. Ich freue mich, dass keines meiner Resultate mit denen meiner Vorgänger in directem Widerspruche steht und nur in wenigen Beziehungen Erweiterungen derselben sind.

Ich beginne mit den Schlangen. In meiner Arbeit über das Gehörorgan von *Coluber natrix* habe ich bereits einer im Niveau des unteren Randes des hinteren Endes des *utriculus,* an der Innenwand des *sacculus,* eben unterhalb und etwas nach vorne von der Communication der beiden Theile auch bei diesen Thieren rundlichen Oeffnung (Taf. XXX, Fig. 16 *d*) Erwähnung gethan, die in eine mit einem einfachen Pflasterepithel bekleidete Röhre führt (Taf. XXX, Fig. 12 *c*), die ebenfalls dem Perioste der Innenwand der Gehörkapsel dicht anliegend, medianwärts vom hinteren Ende des *utriculus,* an der Vorderseite des unteren Theiles der Bogengangcommissur nach oben zur *apertura aquaeductus vestibuli* zieht. Es ist der *ductus endolymphaticus,* der zur Seite des Hintergehirnes in die Schädelhöhle tritt. Er verläuft dann in der *dura*-Bekleidung der Seitenwand des Schädels, der Innenwand der Gehörkapsel, an dem Wulste, der die Lage der Bogengangcommissur (Taf. XXX, Fig. 7 *i*) anzeigt, gegen das Schädeldach empor und schwillt hier (Taf. XXX, Fig. 3 *b*) zu einem birnförmigen, kleinen Säckchen *(saccus endolymphaticus)* an, das unmittelbar unter der Naht zwischen *parietale* und *occipitale superius* gelagert, von der an dieser Stelle verdickten *dura* des Schädeldaches überzogen wird und dicht an das der anderen Seite anstösst, ohne sich jedoch in dasselbe zu öffnen und ohne mit dem *cavum epicerebrale* zu communiciren. Die beiden, den kleinen Zwischenraum zwischen den oberen Enden der Commissuren der Gehörkapseln ausfüllenden Bläschen sind nun, wie ich sicher behaupten zu können glaube, im erwachsenen Zustande niemals mit Kalkkrystallen, sondern stets mit Flüssigkeit gefüllt und legen sich oft in Vertiefungen der Schädeldachknochen, ein Verhältniss, das für die Beziehungen des *saccus endolymphaticus* zum Schädeldach bei den Plagiostomen und *vice versa* von Wichtigkeit. Im embryonalen Zustande dagegen sind sie, wie auch Rathke hervorhebt, dicht mit Otolithenbrei angefüllt, der sich durch

1) Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. 1872.

den ganzen Canal bis in das *vestibulum* treiben lässt und dann sieht man schon bei oberflächlicher Betrachtung, gerade wie bei *Siredon*, die Säcke durch das Integument des Hinterhauptes durchschimmern.

Gerade so verhält es sich, wie nach Emmert und Hochstetter, Rathke, Clason und Leydig gefunden, mit den Eidechsen (Taf. XXXVI, Fig. 7 *a*) und ich wüsste der Schilderung, die Clason von dem *ductus endolymphaticus*, dem *aquaeductus vestibuli* gegeben, nicht viel hinzuzusetzen. Nur auf einige, in vergleichend anatomischer Beziehung wichtige Umstände möchte ich die Aufmerksamkeit lenken. In Folge der ungeheuren Entwicklung des *sacculus* nach oben, und dasselbe, was für die Eidechsen gilt, gilt auch für *Anguis fragilis*, die den *Lacerten* näher, als den Schlangen steht, finden wir (Taf. XVII, Fig. 20 *F''*) die vestibulare Oeffnung des *ductus* nicht länger nach unten und etwas nach vorne von der Communication mit dem *utriculus* gelagert, sondern im Gegentheil oben vorne, und infolge dessen bildet der *ductus* (Taf. XXXVI, Fig. 8 *g*) eine bedeutende Schlinge um das hintere Ende des *utriculus*, um dann wie bei den übrigen Thieren an der Vorderseite des unteren Endes der Commissur gegen die *apertura aquaeductus vestibuli* der Gehörkapsel aufzusteigen und gegen die Schädelhöhle zu treten. Allein wie schon Clason nachgewiesen und dasselbe ist, wie ich gefunden, mit *Anguis fragilis* und den Schlangen der Fall, tritt der *aquaeductus vestibuli*, nachdem er die *apertura* der Gehörkapsel verlassen, nicht wie bei den Amphibien, frei in den Raum zwischen *dura* und Gehirnhülle, sondern verläuft zuerst, von einer periostalen Hülle umgeben, an der Schädelseitenwand, an dem Wulste, den die Commissur erzeugt, nach vorne oben, und erst nach Bildung seines *saccus endolymphaticus* (Taf. XXXVI, Fig. 7 *a*, Fig. 8 *e*) ragt er theilweise in den Raum zwischen *dura* und Gehirnhülle hinein. Dieses Verhalten ist im allerhöchsten Grade interessant und bekundet, wie ich bereits vorhin andeutete, die innigen Beziehungen, die zwischen dem *ductus endolymphaticus* der Plagiostomen und dem der Reptilien herrschen, Beziehungen, die inniger sind, als die zu dem gleichen Gebilde der Amphibien. Wir haben es als wahrscheinlich erkannt, dass der *ductus endolymphaticus* der Knorpelfische gänzlich von einer periostalen Hülle umgeben sei, die sackartig den *saccus endolymphaticus* umhüllend aus entwicklungsgeschichtlichen Gründen sich an der Oberfläche des Kopfes öffnet. Bei den Amphibien sahen wir diese periostale Bekleidung wenn auch nicht vollkommen im Bereiche der Gehörkapsel entwickelt, gerade wie bei den Teleostiern und nachdem der *recessus labyrinthi* durch die *apertura aquaeductus vestibuli* getreten, verliert derselbe und sein Ende, der Sack, die periostale Bekleidung, oder besser gesagt, es verwandelt sich die periostale Bekleidung des Schädelhöhlenendes des *ductus* an der *aper-*

tura der Gehörkapsel in die *dura*-Bekleidung des *cavum cranii.* Bei den Reptilien sehen wir dagegen, und das hängt wohl wie bei den Plagiostomen mit der ausserordentlich schnellen Entwicklung des *recessus labyrinthi*, gegenüber der Ausbildung der knorpligen, respective knöchernen Gehörkapsel und der Knochen des Schädeldaches zusammen, den *ductus endolymphaticus* und dessen *saccus* bis zu dem Schädeldache empor eine *dura*, oder periostale Bekleidung wie bei den Plagiostomen, also in der ganzen Ausdehnung, bekommen und erst das Ende derselben steht freilich nicht gegen die freie Kopfoberfläche, sondern, da wohl die Metamorphose des häutigen Primordialkraniums schneller vor sich geht, wie bei den Knorpelfischen, unterhalb desselben, wie bei den Teleostiern und Amphibien, gegen den Raum zwischen *dura* und Gehirnhülle offen. Man denke sich der Einfachheit wegen, obgleich es nicht der Wirklichkeit entsprechen möchte, die Oeffnung der periostalen Hülle des *ductus*, die, wenn man will, den Ort der Einstülpung der *dura* zur periostalen Bekleidung des Binnenraumes der Ohrkapsel darstellt, statt an der *apertura aquaeductus vestibuli* der knöchernen Wand oben unter dem Schädeldache, von den Knochen desselben überwachsen, in den Schädelraum ragen und das Ende des *saccus endolymphaticus* in diese Oeffnung hineinragen und man hat ein Verhältniss wie bei den Schlangen, *Anguis fragilis* und, wie wir alsbald sehen werden, wie bei den Schildkröten. Was nun noch weiter den *saccus endolymphaticus* der *Lacerta* und *Anguis fragilis* betrifft, der, wie Clason hervorgehoben, kolbenförmig gestaltet ist (Taf. XXXVI, Fig. 7 *a*, Fig. 8 *e*) und dicht dem der anderen Seite, unter dem vorderen Ende des *occipitale superius* anlagert, grösstentheils also von der derben *dura* umhüllt und schwer aus derselben zu isoliren ist, so finden wir, wie schon Clason richtig vermuthet, dass er, wie bei den übrigen niedrigen Vertebraten, das blindgeschlossene Ende des *ductus* ohne Communication mit dem epicerebralen Raume repräsentirt. Ferner sehen wir ihn tiefer in die Knochen des Schädeldaches (Taf. XXXVI, Fig. 8) eingebettet, wie bei den Schlangen, die sogar zwischen die beiden Säcke eine scharfe Leiste abwärts senden und so dieselben theilweise vollständig trennen. Es ist in Folge dessen einigermassen schwierig, die beiden Säcke unverletzt zu isoliren. Ferner vermisse ich, wie bei den Schlangen, sowohl bei den erwachsenen Eidechsen, wie bei den Blindschleichen in dem mit einem einfachen Pflasterepithel ausgekleideten Sack und in dem *ductus* die im embryonalen Leben (Taf. XXXVI, Fig. 8 *g*) den Raum derselben ganz ausfüllende Otolithenmasse. Sie sind nie mit Flüssigkeit gefüllt und springen deswegen an erwachsenen Thieren lange nicht so in die Augen, als bei Embryonen, wo sie, wie schon Emmert und Hochstetter hervorgehoben und nach ihnen Rathke, Clason und Leydig geschildert, am meisten von allen in der

Hinterhauptsgegend gelagerten Theilen als weisse, neben einander liegende, durch das Integument schimmernde Körper in die Augen fallen und sich durch ihre Grösse auszeichnen, was, wie ich schon früher andeutete, für ihre frühzeitige Ausbildung aus dem *recessus labyrinthi* spricht.

Betrachten wir jetzt die Verhältnisse bei den Schildkröten, so hat ja bereits Rathke an Embryonen von *Emys* die Existenz eines mit dem *vestibulum* auf dieselbe Weise wie bei der Natter und den Eidechsen in Verbindung tretenden und unter dem Schädeldache gelagerten Kalksackes nachgewiesen und Ibsen hat aufs Deutlichste von *Chelonia midas* einen auch bei diesen Thieren aus dem *sacculus* entspringenden *ductus endolymphaticus* gezeichnet und ich habe seiner Zeit, trotzdem ich wegen Mangels an Material keine eigenen Erfahrungen sammeln konnte, diese Befunde acceptirt und in meiner allgemeinen Darstellung über das Gehörorgan der Fische verwerthet. Seit jener Zeit hatte ich Gelegenheit, sowohl *Chelonia midas* als *Testudo graeca* zu eigenen Studien zu benutzen und ich habe mich auch hier von der Richtigkeit der Rathke-Ibsen'schen Beobachtungen überzeugen können. Es ist nun aber nichts weniger als leicht, namentlich bei *Chelonia midas,* weniger bei *Testudo* den Zusammenhang des *aquaeductus vestibuli* mit dem Labyrinthe darzustellen.

Ich habe in der Arbeit über das Gehörorgan der Schildkröten (Taf. XII, Fig. 15 u 18) in dem oberen Theile der Innenwand des *sacculus* eine von einer Leiste überwölbte, rundliche, verhältnissmässig weite Oeffnung gezeichnet und dieselbe als Utricularöffnung beschrieben, allein mit Unrecht. Es ist das die wie bei den Amphibien und Schlangen nach vorne unten von der Communication des *sacculus* mit dem *utriculus* gelagerte, vestibulare Oeffnung des *ductus endolymphaticus,* die viel weiter als jene erscheint, die nach oben und hinten von der in Fig. 18 mit *c* bezeichneten, überwölbenden Leiste sich als ein sehr enges, nur mit Mühe sichtbar zu machendes Loch findet. Die Oeffnung steht auch bei diesen Thieren, bei denen der Sack eine ähnliche Ausdehnung wie bei den Schlangen besitzt, im Niveau des unteren Randes des hinteren Endes des *utriculus* und die davon ausgehende Röhre (Taf. zum Supplemente, Fig. 26 *de*). Der *ductus* zieht an der Innenwand desselben in die Höhe und tritt an der Vorderwand des unteren Theiles der Commissur emporverlaufend, durch die *apertura aquaeductus vestibuli* des Gehäuses in die Schädelhöhle. Während dieses Verlaufes an der Innenwand der Gehörkapsel ist dieselbe von dem ungemein derben und durch feste Bindegewebsstränge mit der Innenwand des *sacculus* und *utriculus* verbundenen Perioste bedeckt und das Aussehen und Verhalten dieses, das namentlich bei *Chelonia* die Isolation des zarten

recessus labyrinthi so sehr erschwert, hat mich aufs Lebhafteste an das Verhalten bei den Plagiostomen erinnert und ist mir ein indirecter Beweis für die Richtigkeit meiner Auffassung des *ductus endolymphaticus* bei diesen Thieren. Nachdem dann der *aquaeductus* in den Schädelraum getreten, sehen wir ihn nicht frei in den Raum zwischen *dura* und Gehirnhülle gelagert, sondern wie bei den übrigen Reptilien eine Strecke weit an der Schädelhöhlenwand der Gehörkapsel nach vorne oben von der *dura* bekleidet emporverlaufen (Taf. XXXVI, Fig. 9 *b*) und dann zu einem weiten Sacke anschwellen, der über den hinteren Theil des Gehirnes und dessen Hülle gelagert und mächtiger als bei den Eidechsen entwickelt, sich an den der anderen Seite legt, ohne jedoch mit diesem und mit dem epicerebralen Raume zu communiciren und ohne im erwachsenen Zustande, wie im embryonalen mit Kalkkrystallen angefüllt zu sein. Ich finde demnach den *saccus endolymphaticus* in dem *cavum* zwischen *dura* und Gehirnhülle gelagert, während die ganze Röhre von der *dura*, respective dem Perioste der Gehörkapsel bedeckt erscheint und er unterliegt somit gegenüber dem der Schlangen und Eidechsen gleichsam einer regressiven Metamorphose, die nun noch beträchtlicher bei den Crocodilen erscheint, wo die periostale Bekleidung wieder ein Verhalten wie bei den Amphibien zeigt.

Bei diesen Thieren erhebt sich ja, wie ich das bereits in der vorigen Abhandlung nach dem Vorgange von Ibsen geschildert, der *ductus endolymphaticus* aus dem oberen Theile der Sackinnenwand (Taf. XXXII, Fig. 24 *f*) vorne und unten von der Communication des *sacculus* mit dem *utriculus*, im Niveau des unteren Randes des hinteren Utricularendes mit rundlicher Oeffnung, verläuft dann, bedeckt vom Perioste, vor dem unteren Ende der Commissur (Taf. XXIII, Fig. 12 *e*) zur *apertura* der Gehörkapsel, an deren Rändern das Periost derselben in die *dura* übergeht, so dass dann der *ductus endolymphaticus* (Taf. XXXII, Fig. 10 *d*) in den Raum zwischen *dura* und Gehirnhülle an die Seite des Hintergehirnes tritt. Hier geht er sogleich in ein geschlossenes, birnförmiges Bläschen, den *saccus endolymphaticus* (Taf. XXXI, Fig. 3 *c*) über, der sich bis in das Niveau der oberen Fläche des Hintergehirns empor erstreckt, ohne sich jedoch wie bei den niederen Reptilien darüber weg zu lagern, so dass also die ganze Breite des Schädelraumes oder des Hintergehirnes die beiden Säcke trennt. Ich habe denselben nur an dem $^1/_4{}^m$ langen Crocodil mit Kalkkrystallen gefüllt gefunden und glaube, wenn ich es auch nicht bestimmt zu behaupten vermag, dass dieselben im erwachsenen Zustande verschwinden und wie bei den übrigen Reptilien einer Flüssigkeit Platz machen. Eine Communication mit dem epicerebralen Raume, dem der *saccus* eben nur anliegt, findet nicht statt.

Diese Communication findet sich erst, wie ich bei wiederholter

Untersuchung immer wieder gefunden, bei den Vögeln, obgleich ich eifrig darnach geforscht, ob nicht auch bei ihnen ein blindgeschlossener *saccus endolymphaticus* vorhanden. Wie ich bereits in meiner Arbeit über das Gehörorgan der Fische erwähnt, ist es wiederum Ibsen's Verdienst, zuerst bei diesen Thieren auf den häutigen *aquaeductus vestibuli* aufmerksam gemacht zu haben, allein weil derselbe diesen Canal von der Schnecke ausgehen lässt, so vermuthete ich damals, er habe ihn mit dem *canalis reuniens* verwechselt. Ich habe ihm damit Unrecht gethan. Es ist wirklich der *recessus labyrinthi*, die Vorhofswasserleitung, die er gesehen, allein der Ursprung derselben, wie auch aus der Unklarheit seiner Zeichnung an der betreffenden Stelle hervorgeht, ist ihm dunkel geblieben und der Grund liegt darin, dass es allerdings ausserordentlich leicht möglich den *sacculus*, der bei diesen Thieren so klein ist, wie bei keinem Wirbelthiere sonst, zu übersehen. Nichtsdestoweniger zeigt der *ductus endolymphaticus* zu ihm dieselben Beziehungen, wie bei sämmtlichen übrigen Wirbelthierclassen. Er entspringt oberhalb der *macula acustica*, unterhalb der Communication mit dem *utriculus*, die nicht so weit ist, als wie Breschet sie beschreibt, am oberen inneren Theile der Sackwand und zwar mit so weiter Mündung (Taf. zum Supplemente, Fig. 30), dass die gesammte Sackwand gleichsam röhrenartig zum *ductus endolymphaticus* ausgezogen erscheint. Eine vollständige Conservirung des Sackes gelingt überhaupt nur, wenn man von vorne herein darauf achtet das zugehörige Stück des *aquaeductus vestibuli* so weit wie möglich zu conserviren. Derselbe verläuft dann ebenfalls dem Perioste der Innenwand des Gehäuses angelagert und in Begleitung von Gefässen, die, wie ich glaube, auch sämmtlichen übrigen Wirbelthieren nicht fehlen, obgleich ich darauf nicht mein besonderes Augenmerk gerichtet, an der Innenwand des hinteren Endes des *utriculus*, medianwärts vom unteren Ende der Bogengangcommissur zu der *apertura aquaeductus vestibuli* der Gehörkapsel, tritt frei in den Raum zwischen *dura* und Gehirnhülle und öffnet sich an der Seite des Hintergehirnes *(cerebellum)*, mit der Gehirnhülle in Verbindung tretend, trichterförmig erweitert *(saccus endolymphaticus)* in das *cavum epicerebrale*, ein Verhalten, wie ich es zum ersten Male bei *Siredon pisciformis* mittelst des Spaltraumes der Unterfläche der *pars media sacci* gefunden. Diese Communication ist aber jedenfalls ein Product sehr später Entwicklung, denn an Embryonen sieht man ebenso wie bei den niedriger stehenden Reptilien und den höherstehenden Säugern, den *recessus labyrinthi* blindsackartig geschlossen. Ob dann zu irgend einer Periode, wofür mir kein Untersuchungsmaterial vorgelegen, Kalkkrystalle darin vorhanden sind, darüber vermag ich Nichts auszusagen. Bei erwachsenen Vögeln ist die engste Stelle des *ductus endolymphaticus* an der *apertura*

lichen Gefässen und Nerven. Es frägt sich nun aber, bevor wir weiter gehen, wo bleibt, da wir bei den Schildkröten ein *cavum perilymphaticum externum* zwischen Periost und der Membran des perilymphatischen Raumes und ein *internum* zwischen dieser und der Oberfläche des häutigen Gehörorganes, das in den *ductus perilymphaticus* übergeht, kennen gelernt haben, die Perilymphe des *externum* ab, welches sich namentlich in dem *cavum anterius* an dem *recessus utriculi* und den vorderen Ampullen und im *cavum posterius* an der hinteren Ampulle ausdehnt? Ich gestehe, darüber nur eine unvollkommene Ansicht zu haben. Ich glaube, es ist möglich, dass sie durch Lücken der perilymphatischen Membran in das *cavum internum* strömt und namentlich auch nach unten über die Spitze der Schnecke hinaus, die das Gehäuse nicht ganz ausfüllt und von einem perilymphatischen, bindegewebigen Maschennetze umgeben ist, in den *ductus endolymphaticus* an der Schneckeninnenwand abfliessen kann. Dann wäre aber wohl daran zu denken, dass durch die Oeffnung, die oben und aussen von dem *foramen rotundum*, an der Hinterwand der Gehörkapsel befindlich, die ich früher fälschlicherweise als *apertura aquaeductus cochleae* beschrieben habe und durch die ein Gefäss verläuft, ein Abfluss nach aussen stattfinden kann.

Das *cavum perilymphaticum* der Crocodile, zu denen ich mich jetzt wende, habe ich bereits theilweise in einer früheren Abhandlung geschildert, namentlich auch mit Bezug auf die Verhältnisse, die wir bei den Eidechsen auftreten sehen, allein der vergleichend anatomische Standpunct wurde nicht genug festgehalten und ich hole daher hier mit Bezug darauf das Versäumte nach. Sehen wir bei den übrigen Reptilien das *cavum perilymphaticum* sich als weiten Raum nach abwärts bis zu dem oberen Theile der Schnecke erstrecken und zeigte es sich von da an bis zur Spitze als ein durch das persistirende, embryonale, perilymphatische Gewebe hervorgerufener und die *lagena* rings umgebender Maschenraum, so sehen wir dagegen mit dem colossalen Wachsthume, welches die Schnecke der Crocodile erfährt und mit der Zunahme der Weite der *cavitas cochleae*, des Binnenraumes der knöchernen Schnecke das *cavum perilymphaticum* sich von der Aussenwand des *sacculus* in diesen hinein bis zur Spitze der Schnecke erstrecken. Gleichzeitig ändert sich dann mit der Aenderung, die die Stellung der Schnecke erfährt, mit der spiraligen Drehung die Lage desselben im Gehäuse. Der Theil der Schnecke, welcher mit der Aussenfläche des *sacculus* bei den übrigen Reptilien correspondirt und eigentlich ein Derivat derselben ist, das *tegmentum vasculosum* oder die *membrana Reissneri* sieht nicht bei den Crocodilen nach aussen, sondern im Gegentheile (Taf. XXXIII, Fig. 13 *l*) nach innen und vorne und somit muss die mit der Sackinnenwand bei den übrigen Reptilien, respective Amphibien

correspondirende Schneckenwand, die ja bei diesen Thieren den *ductus perilymphaticus* trägt, die *membrana basilaris* (Taf. XXXIII, Fig. 12) nach hinten und aussen sehen und dem entsprechend auch der *ductus* nach aussen hinten, statt gerade nach hinten verlaufen. Wie sich nun das *cavum perilymphaticum* bis zur Spitze der Schnecke nach abwärts ausdehnt, so ist dasselbe auch mit dem *ductus perilymphaticus* der Fall, da wir ja wissen, dass derselbe sich an den Bereich der *pars basilaris* hält und diese sich ja bei den Crocodilen weit nach abwärts bis fast in den Grund des knöchernen Schneckenraumes bis an die dort befindliche *lagena,* den häutigen Kuppelblindsack, ausdehnt. Somit gewinnt also der *ductus* eine der *scala tympani,* des Raumes zwischen dem knöchernen Gehäuse und der *membrana basilaris* entsprechende Ausdehnung, wie das *cavum perilymphaticum* den ganzen Bereich der *scala vestibuli,* des Raumes zwischen dem knöchernen Gehäuse und dem *tegmentum vasculosum,* oder der *membrana Reissneri* einnimmt. Allein wie verhält es sich nun mit der Communication des *cavum perilymphaticum,* der *scala vestibuli* mit dem *ductus perilymphaticus,* der *scala tympani*? Sehen wir bei den übrigen Reptilien dieselbe unterhalb der Vorderwand des *sacculus,* an dem oberen Theile der *basis* der Schnecke, an dem dreieckigen, nervenlosen Knorpel vor sich gehen, der dem *ligamentum spirale* der höheren Thiere entspricht, so ist bei den Crocodilen die Möglichkeit einer solchen Communication ausgeschlossen, da sich der Schneckenknorpel unmittelbar an den Knochen anlegt. Somit ist an einen Abfluss des *liquor perilymphaticus* der *scala vestibuli* an dieser Stelle nicht zu denken und es müsste sich dann der *ductus* als Abflussröhre zurückbilden, wenn nicht die Schneckenspitze den Kuppelblindsack des knöchernen Gehäuses nur unvollkommen ausfüllte. So kann es, wenn auch auf einem anderen Wege dennoch der Perilymphe gelingen, in die *scala tympani,* wo der *ductus* wie bei allen andern Thieren zu suchen, zu fliessen, da sich ja die beiden Räumlichkeiten bis zur Schneckenspitze ausdehnen und hier sich naturgemäss in einander öffnen werden, wenn, wie es ja in der That der Fall, Platz vorhanden.

Was nun den *ductus perilymphaticus* betrifft, so besitzt derselbe eine etwas modificirte Gestalt. Von den Salamandern angefangen, sehen wir ihn, wie bereits vorhin wieder hervorgehoben, in die innigste Beziehung zu dem Theile der Schnecke, der die Basilarmembran trägt, treten und das lässt sich bis zu den Schildkröten empor verfolgen, bei denen die *pars basilaris* eine ziemliche, aber keine besonders hervorragende Ausbildung besitzt. Anders bei den Crocodilen, bei denen die Beziehungen der Abflussröhre der Perilymphe zur *pars basilaris* dieselben. Diese dehnt sich recht wesentlich aus und bedingt gerade die Grössenzunahme der Schnecke nach unten, dem entsprechend erweitert sich, wie er-

wähnt, die Röhre, die bei den übrigen Reptilien noch cylindrisch war und deren Weite mit der des *foramen rotundum* correspondirte und nimmt die Gestalt eines Trichters an, dessen Basis sich über die *pars basilaris* der Schnecke ausdehnt und dessen abgestutzte Spitze an der Peripherie des *foramen rotundum* liegt, dessen Weite mit der des *ductus* nicht gleichen Schritt hält. So glaube ich auf die einfachste Weise die Verhältnisse bei den Crocodilen, die für die der höchsten Wirbelthiere typisch sind, aus denen der niedriger stehenden Reptilien abgeleitet zu haben. Nachdem nun die Membran des *ductus* (Taf. XXXIII, Fig. 14 *d*) mit einer periostalen Hülle versehen durch das *foramen rotundum* getreten ist, sehen wir denselben sich wieder zu einem *saccus perilymphaticus* (Taf. XXXII, Fig. 11 *e*) erweitern, der innerhalb des *recessus scalae tympani*, an der membranösen Hinterwand der Paukenhöhle gelagert, durch das *foramen jugulare* einen Fortsatz zur Gehirnhülle schickt und somit mit dem *cavum epicerebrale* communicirt. Eine peripherische Fortsetzung habe ich leider wegen Mangels an Material nicht constatiren können.

Die Lagerungsweise des *saccus* im *recessus* ist nun aber eine ganz andere, wie bei den übrigen Reptilien. Dadurch, dass die Wand der Schnecke, an der sich der *ductus* bildet, die tympanale mit ihrem hinteren Theile nach aussen gedreht wurde, bekam, wie erwähnt, auch der *ductus* anstatt eine Richtung von vorne nach hinten, eine solche von vorne innen, nach hinten aussen und so musste dann natürlich das sonst an der Hinterwand entweder am Uebergange zur Innenwand, oder in der Mitte, in der Nähe des *foramen jugulare* bei den übrigen Thieren gelagerte *foramen rotundum* weiter nach aussen gegen den Uebergang der Hinter- in die Aussenwand mit seinem *foramen vestibulare* rücken und mehr an der hinteren Wand der Paukenhöhle, dagegen in weiterer Entfernung von dem Drosselloche zu liegen kommen. Dadurch werden natürlich das *foramen* und der *ductus* immer mehr von den, durch das *foramen jugulare* tretenden Theilen, namentlich der *vena jugularis posterior s. interna*, dem *glossopharyngeus* und *vagus*, die nach hinten verlaufend den Schädel verlassen, nach aussen abgedrängt und der Sack kann demnach nur im lateralen Theile des *recessus*, an der hinteren Schleimhautbekleidung des *cavum tympani* und in der unmittelbaren Nähe des *foramen ovale* zu liegen kommen. So erklärt sich die überraschende Erscheinung, dass, wenn man die Schleimhaut der Paukenhöhle abträgt und von oben her den oberen Theil des früher beschriebenen *sulcus recessus* wegmeisselt, der *saccus perilymphaticus* in der Paukenhöhle weit vom *foramen jugulare* weg, wo er sonst befindlich, zu liegen scheint.

Bei den Vögeln, namentlich den niederen, die ein offenes *foramen rotundum* besitzen, verhält sich nun das *cavum perilymphaticum* und die Abflussröhre desselben, die Schneckenwasserleitung im Wesentlichen

ganz ebenso, wie bei den Crocodilen und alle guten Abbildungen der Vogelschnecke, wie die von Breschet[1]) und namentlich die von Ibsen weisen darauf hin. Ueber den *saccus perilymphaticus*, von dessen Existenz ich fest überzeugt bin, vermag ich leider Nichts auszusagen. Die Modificationen, die wir hier hervorzuheben haben, sind, wenn auch interessant, so doch immer unwesentlicher Natur. Auch bei diesen Thieren erstreckt sich das nach aussen vom *sacculus* befindliche *cavum perilymphaticum* längs der der Sackaussenwand entsprechenden Schneckenwand, dem *tegmentum vasculosum*, der *membrana Reissneri* in die *cavitas cochleae*, in die Vorhofstreppe bis zur Schneckenspitze, dem häutigen Kuppelblindsacke, der *lagena*, communicirt hier in der knöchernen *lagena* mit dem Raume, der zwischen der der Sackinnenwand entsprechenden Schneckenfläche, der *membrana basilaris* und der Wand des Gehäuses liegt, der *scala tympani*, in der sich der *ductus*, wenn er vorhanden, finden soll. In der That existirt er in derselben Weise, wie bei den Crocodilen, als eine in der Paukentreppe, an der Basilarmembran weit offen stehende, trichterförmige Röhre, deren Wandung sich an die Peripherie des *foramen rotundum* bei denjenigen Vögeln legt, bei denen dasselbe offen und die dann gegen den *recessus scalae* hin sieht. Er erstreckt sich bis zu dem tympanalen Rande der oberen, bogenförmigen Vereinigung der Schneckenknorpel und heftet sich, wie bei den Crocodilen, namentlich an den Nervenknorpel, allein die Stellung desselben und somit auch des *foramen rotundum* zum Gehäuse und zum *recessus*, namentlich aber zu dem *foramen jugulare* ist eine ganz andere. Die tympanale und die vestibulare Wand der Schnecke, also die *membrana basilaris* und das *tegmentum*, oder die *membrana Reissneri* stehen freilich nicht, wie bei den niederen Reptilien, in der sagittalen Ebene, aber auch nicht wie bei den Crocodilen so, dass das *tegmentum vasculosum* nach vorne innen, die *membrana basilaris* nach hinten aussen sieht, sondern (Taf. zum Supplemente, Fig. 29, 30) ersteres (*m r*) kehrt nach vorne, letztere nach hinten (*m b*) und so sehen wir denn auch den *ductus* und das *foramen rotundum* weniger nach hinten aussen, also an der Grenze der Aussen- und Hinterwand des Gehäuses, sondern mehr nach hinten gekehrt. Derselbe entfernt sich somit nicht von dem *foramen jugulare* und den durch dasselbe tretenden Theilen des *vagus* und *glossopharyngeus* und namentlich der *jugularis posterior s. interna*, sondern an der Mitte der Hinterwand befindlich, ist er denselben wieder genähert und zwar soweit, dass, wenn es, wie ich fast glaube, zur Bildung eines *saccus perylimphaticus* kommt, dieser an der Aussenwand der *jugularis* liegen

1) Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'audition chez les oiseaux. 1836.

wird. Ich glaube jetzt nicht mehr, dass sich die Perilymphe bei den niederen Vögeln in die Scheide der *jugularis* ergiesst, sondern in einen *saccus perilymphaticus*, der dann wieder durch das Drosselloch mittelst einer Fortsetzung mit dem *cavum epicerebrale* und peripherisch mit einem Lymphgefässe communicirt, und für ersteres habe ich Anhaltspuncte, die mit den Verhältnissen bei den Fröschen und Schildkröten stimmen, indem ich, wie an allen grossen Oeffnungen der Schädelbasis, so auch im *foramen jugulare,* an der Vagusgruppe eine trichterförmige Fortsetzung der Gehirnhülle verfolgen kann. Die Membran, welche den *ductus perilymphaticus* constituirt und sich mit dem tympanalen Rande des Nervenknorpels verbindet, ist ausserordentlich zart.

Wie verhält sich nun die Schneckenwasserleitung bei denjenigen Vögeln, die wie die Säugethiere und die Menschen ein durch eine *membrana tympani secundaria* verschlossenes *foramen rotundum s. cochleare* besitzen? Ich gestehe, darüber keine vollkommen sichere Angaben machen zu können, allein nach dem, was ich bei den Säugern gesehen, glaube ich einen Schluss auf die in Frage kommenden Verhältnisse machen zu können, wenn auch kommende Forschungen hier erst definitiv Licht bringen werden.

Ich will auch hier wieder im Zusammenhange schildern, allein wenn ich im Folgenden positive Angaben zu machen scheine, so möge man nicht vergessen, dass dieselben grösstentheils nicht auf eingehenden Beobachtungen beruhen, sondern wenigstens theilweise aus den Verhältnissen niedriger und höher stehender Formen, also vergleichend anatomisch abgeleitet sind. Wir haben gesehen, dass wegen der eigenthümlichen Stellung der Schnecke bei dem Crocodile die *scala tympani* mit dem *ductus perilymphaticus* und somit dem *foramen rotundum,* durch das derselbe bei den bisher betrachteten Wirbelthieren peripherisch weiter verläuft, ausserordentlich weit nach aussen gegen die Hinterwand der Paukenhöhlenschleimhaut und gegen das *foramen vestibulare s. ovale* gedrängt ist und zwar so, dass der *saccus* der Paukenhöhlenschleimhaut angelagert von dem *foramen jugulare* und besonders von der durch dasselbe hindurchtretenden *vena jugularis posterior* getrennt ist. Bei den niederen Vögeln haben wir aber wiederum, ähnlich wie bei den Schildkröten und den übrigen Reptilien, eine Annäherung an das *foramen jugulare* und an die hindurchtretende *jugularis,* so dass der Lymphsack an derselben nach aussen und vorne zu liegen kommt und mit derselben an der Hinterwand des von mir aus der Umgebung des *foramen ovale* geschilderten, sogenannten *recessus cavi tympani* weiter zieht. Diese membranöse Hinterwand wird nun, während bei den niederen Vögeln zwischen ihr und der *jugularis* das *foramen cochleae* und somit der hindurchtretende *ductus* frei lag, in demselben Augenblicke, wo, wie bei

den höheren Vögeln (Taube z. B.), das *foramen rotundum* weiter nach aussen und vorne gegen das Vorhofsfenster und in den Bereich des daran gelagerten *recessus cavi* rückt, das runde Fenster decken und damit den Abfluss der Perilymphe aus dem *ductus perilymphaticus* versperren. Das hat dann zur Folge, dass sich der *ductus* weiter medianwärts, im Bereiche der *scala tympani* gegen das *foramen jugulare* und die durchtretenden Nerven hin Bahn bricht. Die Oeffnung, die ihm dann den Durchtritt gestattet und die wir zum ersten Male bei den höheren Vögeln medianwärts vom runden Fenster, das durch die Schleimhaut des *recessus cavi* und durch das Periost (*membrana tympani secundaria*) geschlossen ist, auftreten sehen, ist die *apertura aquaeductus cochleae*. Somit sehen wir denn bei den Vögeln mit geschlossenem *foramen rotundum*, das bereits wie bei den Säugern und den Menschen in dem Bereiche der Paukenhöhle zu liegen kommt, den *ductus perilymphaticus* durch Hülfe der *apertura aquaeductus cochleae* dieselben Beziehungen zum *foramen jugulare* und zur *vena jugularis interna s. posterior*, auf der anderen Seite aber auch zum Binnenraume der knöchernen Schnecke, zur *scala tympani* besitzen, wie es bei denen mit offenem Schneckenfenster der Fall, nur liegt vielleicht die Oeffnung etwas mehr medianwärts an der Drosselader.

Ich habe in meiner früheren Abhandlung: »zur Morphologie des knöchernen Labyrinthes der Vögel«, wie man jetzt sehen wird, aus nicht besonders stichhaltigen Gründen eine *apertura aquaeductus cochleae* im Bereiche des hinteren Theiles der Innenwand des knöchernen *vestibulum* beschrieben, durch die sich ein Fortsatz der *dura* und ein Gefäss begab. Letztere Beobachtung ist richtig, allein die Oeffnung der Schneckenwasserleitung ist es nicht, sondern diese findet sich in Uebereinstimmung mit Breschet an der angegebenen Stelle in der *scala tympani* und ich will hier gleich beifügen, dass Breschet ausdrücklich hervorhebt, dass diese Oeffnung nicht constant. Es wäre wichtig zu erfahren und ich möchte die Aufmerksamkeit künftiger Untersucher der Lymphbahnen des inneren Ohres besonders auf diesen Punct lenken, ob gerade den Vögeln, die ein offenes *foramen rotundum* zum Durchtritt der perilymphatischen Abflussröhre besitzen und die den Reptilien somit näher stehen, die *apertura aquaeductus cochleae* fehlt, wie man nach dem bisher Geschilderten annehmen sollte, oder ob sie, wenn vorhanden, ausschliesslich zum Durchtritte von Gefässen dient.

Wenden wir uns nun zum Schluss zu den Verhältnissen der Säuger, so habe ich freilich nur, wie früher erwähnt, Embryonen untersucht, allein solche, deren Gehörapparat bereits in allen Theilen ausgebildet und deren Gehäuse bereits im Stadium der Verknöcherung sich befand. Wenn nun auch noch weit ausgedehntere und intensivere Untersuchun-

gen nöthig sind, als ich sie bis dahin angestellt, um allseitig zur Klarheit und zum sicheren Abschluss und Anschluss an die Verhältnisse bei den anderen Thierclassen zu kommen, so habe ich doch soviel gesehen, dass ich behaupten zu dürfen glaube, dass sowohl den Säugern als den Menschen und nicht blos im embryonalen, sondern auch im erwachsenen Zustande ein *ductus perilymphaticus* und ein *saccus*, der sich einmal mit dem *cavum subarachnoideale*, dem äusseren epicerebralen Raume nach Spaltung der Gehirnhülle in *pia-* und *arachnoidea* verbindet und zweitens peripherisch in ein Lymphgefäss übergeht, zukommt. Dabei will ich nicht verhehlen, dass im Laufe der Entwicklung bis zum erwachsenen Alter die Abflussröhre immer enger wird. Bei solchen Embryonen, bei denen die Verknöcherung der Schnecke, namentlich an der Schädelhöhlenwand, also am Eintritte der Nerven, ihren Anfang genommen, während der übrige Theil des Schneckenrohres noch knorplig, bei denen aber trotzdem schon alle Windungen ausgeprägt und bei denen die *cellulae Corti* anfangen aus einander zu rücken und den bekannten Bogen zu bilden, gelingt es mit der nöthigen Vorsicht nicht unschwer, die gesammte häutige Schnecke mit ihrer periostalen Umhüllung zu isoliren. Diese letztere sieht man dann unterhalb der frontalen Ampulle, medianwärts und nach hinten und unten vom Vorhofsblindsacke, also am Beginne der Schnecke, am Anfange oder oberen Ende der *scala tympani* einen trichterförmigen Fortsatz in die *apertura interna aquaeductus cochleae* schicken, der dann nach hinten abwärts, die Wand des Gehäuses durchbohrend in das *foramen jugulare*, entsprechend der *apertura externa aquaeductus cochleae,* tritt. Es ist nun freilich ausserordentlich schwer, die periostale Hülle des Schneckenrohres zu entfernen, allein zuweilen gelingt es vollkommen gut, namentlich am Schneckenanfange und man sieht dann eine zarte Membran, dem trichterförmigen Fortsatze entsprechend, durch den *aquaeductus cochleae* in den Umfang des *foramen jugulare* sich erstrecken. Hier habe ich dann eine sackartige Anschwellung der zarten Haut beobachtet, die mir leider nicht zu isoliren gelang, ebenso wenig wie es mir gelungen, innerhalb der *scala tympani* mit Sicherheit den Ursprung der zarten Membran festzustellen. Es hat mir jedoch geschienen, als habe sie wie bei den Vögeln und Crocodilen ihre Befestigung an dem Nervenknorpel, dem *limbus spiralis cartilagineus.* Ich zweifle demnach nicht daran, dass wir es hier wie bei den anderen Wirbelthieren mit einem *ductus perilymphaticus* und mit einem perilymphatischen Sacke zu thun haben und da nun ferner mit dem *vagus, glossopharyngeus* und *accessorius* eine trichterförmige Ausstülpung der *arachnoidea* vorhanden, so möchte es nicht unwahrscheinlich sein, dass dieser mit dem *saccus,* den ich angedeutet gefunden, in Verbindung steht und dass somit auch bei den Säugern und den Menschen die Peri-

lymphe, nachdem sie aus dem *vestibulum* durch die *scala vestibuli* zwischen dem häutigen und knöchernen Kuppelblindsacke (*lagena*) in die *scala tympani* getreten, wie bei den Reptilien und Vögeln durch den *ductus perilymphaticus*, die Schneckenwasserleitung in den perilymphatischen Sack und von da einmal in das *cavum subarachnoideale*, zweitens aber in ein peripherisches Lymphgefäss abfliessen kann. Ausserdem verlaufen aber auch, wie bekannt, in der knöchernen Schneckenwasserleitung Gefässe.

Nun ist aber, und das thun ja auch die Injectionsversuche von Schwalbe[1]) dar, dieser Abflussweg der Perilymphe nicht der einzige, und wohl bei erwachsenen Säugern und Menschen, wie auch bei den Vögeln mit geschlossenem *foramen cochleare* nicht einmal der Hauptweg, denn wenn man die Weite der *apertura aquaeductus cochleae* bei den Vögeln mit geschlossenem *foramen rotundum*, mit der Weite dieser Oeffnung bei denen mit offenem vergleicht, so leuchtet, da wir ausserdem finden, dass der perilymphatische Raum bei den Menschen, Säugern und höheren Vögeln gewiss nicht abnimmt, im Gegentheil bei den höchsten Wirbelthieren mit vielfach gewundener Schnecke sich ausdehnt, ein, dass der bei diesen Thieren ausserordentlich viel engere Canal nicht in derselben Weise, wie bei den übrigen Vögeln und bei den Reptilien der Perilymphe Abfluss gestatten kann. Wäre es der einzige Weg, so würde gerade bei den höchsten Thieren, und das ist denn doch wohl kaum anzunehmen, der Abfluss der Perilymphe ausserordentlich behindert sein. Da glaube ich denn, gestützt auf die Injectionen von Schwalbe und auf meine eigene Erfahrung, wonach mit dem *facialis* und *acusticus* eine trichterförmige Fortsetzung der *arachnoidea* in den *meatus auditorius internus* hineindringt, dass wir hier einen Weg, vielleicht den Hauptweg, für den Abfluss der Perilymphe wie bei den niederen Thieren, den *Cyclostomen, Perennibranchiaten* und *Salamandrinen*, haben, ein Weg, an den ich auch bei den übrigen Thieren festhielt. Ist derselbe jedenfalls bei den *Batrachiern*, bei den Reptilien und den niederen Vögeln mit offenem *foramen rotundum* vorhanden, so wird er in demselben Masse, wie bei den höheren Vögeln, den Säugern und den Menschen der eigentliche *ductus perilymphaticus* sich verengert, jedenfalls an Weite zunehmen. Damit haben wir denn ein interessantes Wechselverhältniss der beiden Abflusswege, auf das ich schon früher hindeutete.

Das *cavum perilymphaticum* ist also auf alle Fälle bei sämmtlichen Wirbelthieren in die Lymphbahn eingeschaltet und steht einerseits mit

---

1) Der Arachnoidealraum ein Lymphraum und sein Zusammenhang mit dem Perichoroidealraum. Med. Centralblatt 30. 1869.

dem *cavum subarachnoideale* durch die *foramina acustica* und dann indirect mit peripherischen Lymphbahnen, die mit den grossen Nervenstämmen aus ihn heraustreten durch Hülfe des *ductus* und *saccus perilymphaticus* in Verbindung und somit sehen wir denn, dass alle Veränderungen, seien dieselben physikalischer oder chemischer Natur, die namentlich auch der *liquor cerebrospinalis* erfährt, auf den *liquor perilymphaticus* und somit auch auf das Gehörorgan und die Gehörempfindung wirken müssen. Darin finden wir denn vielleicht mit die Ursache des Auftretens subjectiver Gehörempfindungen. Auf der anderen Seite werden pathologische Processe, die sich durch den *ductus endolymphaticus* in den Binnenraum des häutigen Labyrinthes aus dem *cavum subarachnoideale*, sei es *per contiguitatem* sei es *per continuitatem* fortpflanzen konnten, auch in dem *cavum perilymphaticum* sich geltend machen können und damit ist, denke ich, eine nicht ungesunde anatomische Basis für die Erforschung krankhafter Zustände des inneren Ohres gegeben. Was dann das Verhalten des *liquor perilymphaticus* und *endolymphaticus* während des Lebens betrifft, so sehen wir also eine Möglichkeit des Ab- und Zuströmens der Flüssigkeit, einer Erneuerung derselben und eines Abströmens der Producte der regressiven Metamorphose und wir werden, wie ich das bereits in meiner Arbeit über das Gehörorgan der Fische angedeutet, genöthigt eine continuirliche Strömung der Flüssigkeit sowohl im Binnenraume des häutigen Labyrinthes, als in dem Raume zwischen diesem und der Gehörkapsel anzunehmen. Die Geschwindigkeit derselben wird dann gleich der Stromgeschwindigkeit der lymphatischen Flüssigkeit in den damit communicirenden Räumen, vor allem dem *cavum subarachnoideale*, vielleicht auch geringer sein. Die Consequenzen aus diesem Verhalten werde ich dann in der folgenden Abhandlung ziehen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Ein Theil der Innenwand des häutigen Gehörorganes von *Petromyzon fluviatilis* von aussen gesehen. *a.* Die Commissurenenden der beiden Bogengänge. *b.* Hintere Vestibularzelle. *c.* Ausbuchtung an der Bogengangcommissur. *d. saccus endolymphaticus. e. ductus endolymphaticus. f.* Vordere Vestibularzelle. *g.* Bogengangcommissur.

Fig. 2. Dasselbe Präparat von innen gesehen. *a.* Zapfen unter der Vereinigung der beiden Bogengänge. *b.* Commissur. *c.* Vordere Vestibularzelle. *d.* Oeffnung der Ausbuchtung der Bogengangcommissur. *e.* Oeffnung des *ductus endolymphaticus. f.* Hintere Vestibularzelle.

Fig. 3. Vergr. $^2/_1$. Kopf eines jungen *Spinax acanthias* mit präparirtem Gehirn und Gehörorgane. *a.* Mittelgehirn. *b. saccus perilymphaticus. c. ductus perilymphaticus.*

Fig. 4. Vergr. $^8/_1$. Ein Theil des häutigen Gehörorganes des Frosches *a. ductus endolymphaticus. b.* Communication zwischen *sacculus* und *utriculus. c.* Mündung des *ductus endolymphaticus* an der inneren Sackwand.

Fig. 5. Vergr. $^3/_1$. Schädel von *Rana temporaria* mit blosgelegtem Gehirn und verticalen Bogengängen. *a.* Hinterer, häutiger Bogengang. *b. ductus endolymphaticus* mit *saccus. c. plexus choroideus.*

Fig. 6. Vergr. $^3/_1$. Schädel von *Rana temporaria* von unten gesehen. Der hintere Theil des Centralnervensystems freigelegt und das Gehörorgan präparirt. *a. hypophysis. b.* Untere Verbindung des *saccus endolymphaticus. c. saccus perilymphaticus. d. vagus* mit der Fortsetzung der Gehirnhülle. *e. acusticus. f. ductus perilymphaticus. g.* Knochenstäbchen im *foramen rotundum. h.* Abflussröhre des *cavum perilymphaticum. i. cavum perilymphaticum* mit durchschimmerndem *sacculus.*

Fig. 7. Vergr. $^3/_1$. Kopf von *Lacerta agilis* mit blossgelegtem Gehirn. *a. saccus endolymphaticus.*

Fig. 8. Durchschnitt durch den Hinterhauptstheil des Kopfes eines Eidechsenembryo. *a. utriculus. b. sacculus. c. cochlea. d.* Trennende Knochenleiste zwischen den beiden *sacculi endolymphatici. e, f. plexus choroideus. g. ductus endolymphaticus.*

Fig. 9. Median durchschnittener Schädel von *Chelonia midas. a.* Oeffnung des *ductus endolymphaticus* in den *saccus. b.* Von der *dura* umhüllter Theil des *ductus endolymphaticus. c.* Innenwand der Gehörkapsel. *d.* Trichterförmige Fortsetzung der Gehirnhülle in das *foramen jugulare. e.* Gehirnhüllenfortsatz am *trigeminus.*

Fig. 10. Vergr. $^2/_1$. Von der Schädelhöhle aus präparirtes Gehörorgan, *recessus scalae tympani* geöffnet. *Chelonia midas. a. ductus perilymphaticus. b. foramen rotundum. c. saccus perilymphaticus. d.* Schleimhaut der Paukenhöhle. *e. vagus. f.* Oeffnung des peripheren Lymphgefässes im *saccus perilymphaticus.*

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

DIE VERGLEICHENDE
MORPHOLOGIE UND HISTOLOGIE
DES
HÄUTIGEN GEHÖRORGANES
DER
WIRBELTHIERE

NEBST BEMERKUNGEN ZUR VERGLEICHENDEN PHYSIOLOGIE

VON

Dr. C. HASSE,

PROSECTOR IN WÜRZBURG.

Kupfer

MIT ZWEI TAFELN.

SUPPLEMENT ZU DEN ANATOMISCHEN STUDIEN BAND I.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1873.

In den Arbeiten, die theils von mir selbst, theils unter meiner Leitung von Anderen publicirt wurden, ist die vergleichende Morphologie des häutigen Gehörorgans der Wirbelthiere und bei den meisten auch die Histologie desselben auf das eingehendste behandelt; allein, wie das ja bei fortschreitenden Untersuchungen und in successive publicirten Abhandlungen nicht anders der Fall sein kann, die Fülle des Detail ist eine erdrückende, so dass es nur bei aufmerksamstem Lesen und unter der Voraussetzung eigener, eingehender Erfahrungen möglich ist, den rothen Faden, der sich durch das Ganze hinzieht, festzuhalten, das Unwichtige von dem Wichtigen zu scheiden, sich daraus ein Bild der wesentlichen Verhältnisse zu construiren und für die Physiologie und die Praxis wichtige Schlussfolgerungen zu ziehen. Dazu gesellt sich noch ein erschwerender Umstand. Bei immer weiter in der Thierreihe ausgedehnten Untersuchungen ist es begreiflich, dass manche Ansicht, die man bei den ersten Schritten auf diesem schwierigen Gebiete gewonnen und als fundamental hingestellt, im weiteren Verlaufe der Beobachtungen nicht unbedeutende Modificationen erfährt, dass das, was das eine Mal wichtig erschien, später als Beiwerk sich herausstellt. So glaube ich ist es mehr wie gerechtfertigt, jetzt, nachdem ich bis zu dem mir gesteckten Ziele gelangt, nachdem ich durch die gesammte Reihe der Wirbelthiere hindurch namentlich die Morphologie des Gehörorganes verfolgt und bei den meisten auch allseitige und eingehende histologische Darstellungen gegeben, so kurz als möglich die Summa der Erkenntniss zu geben, und das um so mehr, weil es bis auf den heutigen Tag an allgemeinen, eingehenden Darstellungen nicht blos dieses schwierigen Organes, sondern auch vieler anderer des Wirbelthierleibes fehlt, die natürlich nur auf einer gründlichen Kenntniss der Morphologie, Histologie und Entwicklungsgeschichte der Theile in allen Wirbelthierclassen, ja sogar in den einzelnen Familien beruhen können. Eine solche Kenntniss ist unerlässlich, um ein Fundament zu legen, etwas Bleibendes zu schaffen und sich über das Niveau eines Detailforschers zu erheben, der, mag er auch noch so geistreiche, blendende und schnell Eingang findende Theorien schaffen, die

sich an die Verhältnisse einzelner Thiere oder selbst einer einzelnen Thiergruppe knüpfen, dennoch gar leicht bei weiterer Erforschung der Formen genöthigt wird, das, was er eben mit Glanz vertheidigt, vor einer besseren, auf gründlicheren Studien beruhenden Erkenntniss fallen zu lassen. Es fehlt auf diesem Gebiete nicht an Darstellungen, die Anspruch auf eine vergleichende Anatomie des Gehörorgans erheben; allein sie entbehren eben der genügenden Grundlage, und wenn ich die klassischen Zeichnungen Ibsen's, die auf eine gleiche Darstellung schliessen lassen, und auf histologischem Gebiete die Angaben vor allem Hensen's und M. Schultze's, ausnehme, so haben sie alle mehr oder minder aus bereits angeführten Gründen einen ephemeren Werth.

Nach einer mehrjährigen, über alle Klassen und selbst über die meisten der einzelnen Familien ausgedehnten Untersuchung, die nach bestem Wissen und Gewissen angestellt ist, der aber noch Manches fehlt, um bis ins feinste Detail hinein zu befriedigen und den organischen Zusammenhang zu beweisen, glaube ich mich berechtigt, nachdem meine Erfahrungen auf einen einfachen Grundplan sowohl in morphologischer, als in histologischer und entwicklungsgeschichtlicher Beziehung hingewiesen, und nachdem sie mir die einfachen Grundelemente gezeigt, denselben so kurz als möglich ebenso darzustellen, wie ich bereits in verschiedenen Arbeiten die accessorischen Apparate behandelt. Es ist ein Versuch, der, wie ich nach den bisherigen Arbeiten dargethan zu haben glaube, seine Berechtigung besitzt, und als Versuch bitte ich ihn zu behandeln und zu kritisiren. Glücklich wäre ich, sollte es einem anderen Forscher auf Grund ebenso eingehender Forschung gelingen, die Haltbarkeit oder Unhaltbarkeit meiner folgenden Auseinandersetzung nachzuweisen, es hätte dann doch ein kleines Kapitel der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere einen gewissen Abschluss erreicht, der, um der Morphologie des Menschen ein festes, wissenschaftliches Fundament zu geben, den meisten übrigen dringend zu wünschen wäre.

Ich sagte, es sei mir gelungen, einen Grundplan des Gehörorganes der Wirbelthiere, das Wesen des Baues desselben festzustellen. Dieser einfache Plan muss nun nach dem grossen in die Wissenschaft eingeführten Principe wenigstens annäherungsweise am meisten in der niedersten Wirbelthierclasse hervortreten und sich zugleich auf das strengste an die jüngsten Entwicklungsformen des Organes bei den Wirbelthieren überhaupt anschliessen; ja noch mehr, es lässt sich *a priori* voraussehen, dass diese Grundform sich auf das unmittelbarste an die der Evertebraten, seien es sämmtlicher oder solcher aus bestimmten Klassen, immer das Axiom der Continuität in der Thierreihe vorausgesetzt, anschliesst, und es muss, wenn anders die Grundlage der Beobachtungen richtig, ein für alle mit Gehörorganen versehenen Thiere gültiges Grundverhältniss sich

hinstellen lassen. Dazu wäre nun freilich eine eingehende und Alles umfassende Kenntniss des Baues des Gehörorgans der Wirbellosen nothwendig, aber leider sind die Beobachtungen auf diesem Gebiete so spärlich, dass darauf einstweilen verzichtet werden muss, allein so viel ist doch schon erreicht, dass es möglich ist, in gewissen Grundverhältnissen eine innige Verbindung zwischen Vertebraten und Evertebraten zu knüpfen, ja es liesse sich wohl gar die Grunderscheinung des Baues dieses wichtigen Sinnesorgans als eine Art Korrektiv bis jetzt gültiger Ansichten über den Bau desselben in bestimmten Klassen der Wirbellosen anwenden, um so mehr, wenn es sich dabei nicht um eine Aenderung thatsächlicher Beobachtungen, sondern um die Deutung derselben handelt. Darin liegt, im Anschlusse an die Anschauungen, die sich auf dem Gebiete unserer Wissenschaft in immer weiteren Kreisen geltend machen, der Werth vergleichend-anatomischer Studien und die Nothwendigkeit derselben, da dadurch allein ein Massstab für die Wichtigkeit und vor allen Dingen für die Richtigkeit der Deutung einzelner Beobachtungen gefunden werden kann, die sonst oftmals nur schätzbares Material, ohne weiteren höheren, als sogenannten historischen Werth sind. Es ist der schönste Lohn meiner mehrjährigen Studien auf diesem begrenzten Gebiete gewesen, dass es mir gelungen, auch hier eine Bestätigung der grossartigen Anschauungen DARWIN's gefunden und damit die Ueberzeugung gewonnen zu haben, dass sie überall anwendbar oder besser gesagt, dass sie auf allen Gebieten der Forschung und namentlich auf dem der Anatomie die Grundlage und Richtschnur unserer Studien abgeben müssen, so lange bis man sich an irgend einem Punkte von der absoluten Unmöglichkeit ihrer Anwendbarkeit überzeugt, womit dann allerdings ein neuer, grossartiger Wendepunkt unseres Wissens gegeben wäre. Ist nun die Richtigkeit der Ansicht von der Continuität in der Thierreihe, der successiven Entwicklung und Umbildung von den niedersten, einfachsten zu den höchsten Formen, ohne weiteres Hinzutreten neuer, wesentlicher Elemente auf diesem Gebiete bewiesen, so berechtigt mich dies, untergeordnete Lücken meiner Darstellung selbst ohne eigene, eingehendere Untersuchungen bis zu einem gewissen Grade auszufüllen, ja sogar eine Kritik bestehender Ansichten zu üben, deren Grundlage speciellere, aber nur auf ein Individuum beschränkte Studien bilden, und so die histologischen Grundverhältnisse der menschlichen Schnecke, namentlich des *organon Corti* vom vergleichenden Standpunkte aus zu schildern. Ich bin mir da sehr wohl meiner schwierigen Stellung geachteten Forschern gegenüber bewusst, allein es geschieht auch nur in der Absicht, eine strenge, wissenschaftliche Kritik meiner eigenen Anschauungen zu provociren, eine Kritik, die sich nicht allein auf die Beobachtungen an

diesem einen Theile stützen darf, sondern als Grundlage die vergleichende Anatomie des Gesammtorganes haben muss.

Bevor ich nun weiter gehe, möchte ich bemerken, wie ich es bereits angedeutet, dass im Folgenden manche Ansicht niedergelegt sein wird, die mit früher geäusserten in Widerspruch steht, allein dieselbe beruht auf weiterer, eigener Forschung, deren Resultate ich an dieser Stelle einfüge, da ich mich scheue, denselben eigene Arbeiten zu widmen, und so bietet die Darstellung nicht einen einfachen, summarischen Rückblick auf das bisher Beobachtete, sondern manche neu eingeflochtene Beobachtung. Gehe ich dabei nicht ausführlich auf herrschende Controversen ein, so geschieht dies im Interesse der Kürze und Klarheit der Darstellung, und nur, wo es sich um principiell wichtige Sachen handelt, werde ich etwaige abweichende Ansichten eingehender behandeln.

Ich deutete schon vorhin an, dass es nach unseren bisherigen Kenntnissen des Gehörorganes der Evertebraten nicht möglich sei, mit vollkommener Sicherheit einen Grundplan für den Bau desselben aufzustellen und das um so weniger, weil die Entwicklungsverhältnisse desselben in den meisten Fällen in absolutes Dunkel gehüllt sind. Es ist somit auch nicht möglich, eine für alle Thiere gültige Grundform, ein ideales, einfaches Gehörorgan zu construiren, das durchaus nicht allein in den niedrigsten Klassen vorhanden zu sein braucht, sondern neben sehr entwickelten Formen auch recht gut in höher stehenden Classen existiren kann. Es muss aber am nächsten bei den niedersten Thierformen verwirklicht sein und in der Thierreihe allmählig von den niedersten bis zu den höchsten immer mehr Complicationen durch accessorische Theile erfahren. Immerhin möchte es wohl auf Grund der ausgezeichneten Untersuchungen von Hensen [1]) bei den Medusen (*Eucope*), von Kupffer [2]) und Kowalewsky [3]) bei den Ascidien, von M. Schultze, Leydig, Claparede [4]), Keferstein [5]) bei den Würmern, von Hensen [6]) und Leydig [7]) bei den Arthropoden, von Leydig [8]), Owsjannikow, Kowalewsky [9]) und Boll [10]) bei den Mollusken (*Heteropoden*, *Pteropoden*, *Gastropoden* und *Cephalopoden*) gestattet sein, nach den Erfahrungen bei den Wirbelthieren

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XIII.
2) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 6.
3) Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. 7.
4) Beobachtungen.
5) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XII.
6) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XIII.
7) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. III.
8) Lehrbuch der vergleichenden Histologie. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. III.
9) Mémoires de l'académie de St. Petersbourg. 1867.
10) Archiv für mikroskopische Anatomie. Supplement, 1869.

wenigstens den Versuch zu machen, die Entwicklung dieses wichtigen Sinnesorganes auch in dieser grossen Abtheilung des Thierreiches und namentlich bei denen, die den Wirbelthieren am nächsten stehen, zu verfolgen und das Wesentliche hervorzuheben.

Als einfachste Form des Gehörorganes wäre wohl eine an der Körperoberfläche befindliche, mit einem oder mehreren cuticularen, starren, nur durch Schallwellen erregbaren, frei in das den Körper umgebende Medium ragenden Härchen versehene Zelle zu denken, an deren centrales Ende eine von einer Ganglienzelle ausgehende Nervenfaser träte, die dann entweder, wie mir am wahrscheinlichsten, durch das Innere der Zelle, oder über die Oberfläche derselben bis an die Basis des Haares oder der Härchen, vielleicht unter Theilung verliefe und hier mit einem leicht veränderlichen Körperchen ende. Ein solcher Endapparat könnte natürlich nur bei solchen Thieren vorkommen, deren Leib überhaupt schon in Zellen und Zellengruppen mit verschiedenen Funktionen zerfiele, wäre also jedenfalls nicht im Reiche der *Protozoën* zu suchen, wohl aber wäre die Möglichkeit eines solchen bei der nächstfolgenden Classe, den *Coelenteraten*, vorhanden. Es ist nun freilich wahrscheinlich, dass, wenn einmal eine solche organologische Differenzirung eintritt, nicht ein solcher zelliger Endapparat, sondern mehrere solche an irgend einer Stelle der Körperoberfläche sich finden und dann möglicherweise, obgleich es nicht absolut nothwendig, in der Art, dass durch zwischengelagerte, indifferente Zellgebilde, an die keine Nerven herantreten, die einzelnen Gehörapparate von einander getrennt werden, und wenn das der Fall, so haben wir damit eine Form, die der der Wirbelthiere viel näher steht, als eine, die keine solche Isolationszellen aufweist. Ob nun solche einfache Apparate wirklich in der Gruppe der *Coelenteraten* vorhanden sind, darüber liegen meines Wissens keine positiven Beobachtungen vor. Von vorne herein unwahrscheinlich ist es nicht, da nach Hensen feine Gehörhaare bei den *Decapoden* an der Körperoberfläche vorkommen. Sie könnten aber wohl nur in solchen Familien vorkommen, deren Aufenthalt sie vor starken Eingriffen des umgebenden Medium auf ihre Körperoberfläche schützte, da wir kaum eine unbeschränkte und schnelle Regenerationsfähigkeit der Neuroepithelien annehmen können. Bei Thieren dagegen, bei denen die immerhin zarten Nervenendapparate auf der Körperoberfläche äusserer Gewalteinwirkung ausgesetzt wären, müssten Schutzmittel gebildet werden, und ein solcher Schutz würde auf die einfachste Weise dadurch zu Stande kommen, dass die Nervenendapparate eventuell mit den isolirenden Zellen sich in eine Einsenkung des äusseren Integumentes legen, eine Einsenkung, die dann in der niedersten Form durch eine mehr oder minder weite Oeffnung mit der Aussenfläche communicirt oder bei höheren Formen zu einem mit Flüssigkeit gefüllten Bläschen abge-

schlossen sein kann, in dessen Grunde dann die Neuroepithelien zu suchen, während es im Uebrigen von indifferenten Zellmassen ausgekleidet wäre. Solche Bläschen treffen wir unter den *Coelenteraten* zum ersten Male bei den Medusen als Randkörper, und wir sehen dann in demselben Augenblicke, wo die Endapparate des *acusticus* aus dem Bereiche des Mediums treten, so dass die Schallwellen erst auf indirektem Wege durch die Flüssigkeit des Bläschens zu ihnen gelangen können, in dieser neue Elemente auftreten, Kalkkrystalle, die möglicherweise zur Schallverstärkung dienend frei suspendirt gehalten werden, und zwar bei der einen Form, wie es scheint, ausschliesslich durch die Haare der Neuroepithelien, bei der anderen (*Cydippe*) durch die Wimpern von Flimmerzellen, die nichts mit dem Acusticusepithel zu thun haben, sondern als indifferente Zellbekleidung anzusehen sind. Dieses Verhältniss ist mit Bezug auf alsbald zu schildernde Verhältnisse im höchsten Grade interessant. Die erste Form möchte sich wohl in die Classe der *Arthropoden* fortsetzen und dort weitere Entwicklung erfahren, während die zweite durch die Reihe der übrigen Evertebraten hindurch ihre Fortsetzung gegen die Wirbelthiere hin findet. Die Wimperbewegung könnte dann auch vielleicht, abgesehen von den Schwingungen der Kalkkrystalle, ein beförderndes Moment für die Erneuerung der im Bläschen eingeschlossenen Flüssigkeit, der Endolymphe sein.

So haben wir denn, wie auch schon Gegenbaur in seiner vergleichenden Anatomie hervorgehoben, einen Fortschritt von an der Körperoberfläche befindlichen Acusticuszellen zu solchen, die sich in einer mehr oder minder an der Oberfläche offen stehenden Einsenkung oder in einem mit Flüssigkeit und Kalkkrystallen gefüllten Bläschen befinden. Was nun die Würmer betrifft, zu denen ja die durch Kupffer's und Kowalewsky's Untersuchungen so ausserordentlich interessant gewordenen *Ascidien* von manchen Forschern gerechnet werden, welche mit Wahrscheinlichkeit den Stammbaum der Wirbelthiere in dieser Classe, die sich weiter gegen die Mollusken hin fortsetzt, erkennen lassen, so müssen diese ja mit den Mollusken unser ganz besonderes Interesse erregen. Auch bei ihnen haben wir ein mit Flüssigkeit und einen oder mehreren Otolithen gefülltes, geschlossenes Bläschen, dessen Wandung ebenfalls mit Wimperepithelien versehen sein kann, welche wie bei bestimmten *Coelenteraten* die Kalkmasse in Bewegung setzen, allein, während bei diesen das Bläschen an den verschiedensten Stellen der Körperoberfläche wie bei den *Arthropoden* vorkommen kann, so sehen wir dasselbe bei den *Vermes* den Gehirnganglien angelagert oder wenigstens in der unmittelbarsten Nähe derselben befindlich, somit also an einer Körperstelle, die bei den höchsten Formen dem Kopfende entspricht. Hat man nun auch hier nicht die mit Gehörhaaren versehenen Neuroepithelien gefunden

und das Verhalten derselben zum Otolithen einerseits, andererseits zum Nerven bis ins Detail verfolgt, so halte ich mich doch überzeugt, dass auch hier eine Gruppe solcher vorkommt, sei es dass dieselben neben einander gelagert sind, oder dass sie durch indifferente Zellmassen, die immerhin wimpernde Haare tragen können, isolirt werden. Mögen nun auch ausserdem bei bestimmten Familien solche an der freien Oberfläche des Körpers oder in einfachen Einsenkungen, die mehr oder minder an der freien Oberfläche offen stehen, vorhanden sein, immerhin ist bei den meisten Formen in der Lagerung am Kopfende ein Fortschritt gegenüber denjenigen Coelenteratenformen, aus denen sie sich fortgebildet, gegeben.

Dasselbe gilt für die Mollusken, bei denen unsere Kenntniss so weit vorgeschritten, dass es nicht unschwer gelingt, unmittelbar an die Verhältnisse bei den Wirbelthieren anzuknüpfen; Dank den Forschungen von Leydig, Kowalewsky, Owsjannikow und Boll. Bei den meisten Familien dieser Classe sehen wir, wie bei vielen Würmern und bei den Wirbelthieren das Gehörorgan hinter dem Auge an dem Kopfende gelagert und nur bei einigen *Lamellibranchiaten* findet es sich am Fussganglion. Es ist eine Blase, die bei den *Cephalopoden* wie bei den *Cyclostomen* in eine Knorpelkapsel, die dem Kopfknorpel angehört, eingeschlossen ist, die dann aber, da sie sich an der Unterseite des Kopfknorpels befindet, innen von dem Nerven durchbrochen wird. Innerhalb des mit Flüssigkeit gefüllten Bläschens findet sich ein Otolith oder eine Otolithenmasse frei suspendirt, die wie die Flüssigkeit bei den meisten continuirlich sich bewegt. Die Blase besteht bei allen aus einer gesonderten, bindegewebigen Wand und einem dieselbe überziehenden Epithel.

Wenn wir nun zunächst die *Gastropoden* in Betracht ziehen, so sind mir vor allem die Schilderungen Leydig's und seine Zeichnungen von hohem Werthe. An den Figuren von *Helix pomatia, Helix obvoluta, Paludina vivipara* und *impuna* zeichnet er aufs Deutlichste an einer beschränkten Stelle der Wandung eine Erhebung des Epithels in gleicher Weise, wie sie uns bei den Wirbelthieren als *macula acustica* aufstösst und innerhalb derselben grosskernige Zellen, die, wie er sagt, spindelförmig sind und fügt dann weiterhin bei, es schiene, als ob zwischen den Wimpern, die ausserordentlich fein dem grössten Theile der auskleidenden Zellen angehören und die Flüssigkeit und somit den Otolithen in Bewegung setzen, starre Borsten sich fänden, die mit den grosskernigen Zellen in Verbindung zu bringen wären, so dass sich also an dieser Stelle das Epithel in borstentragende Sinneszellen und zwischengelagerte, flimmernde Isolationszellen gliedert. Diese Beobachtung erscheint mir von ungemeiner Wichtigkeit und ich zweifle keinen Augenblick daran, dass bei eingehenderer Untersuchung dieselbe bestätigt wird und dass wir somit in der That eine *macula acustica* mit Acusticuszellen und umgebenden

indifferenten Epithelzellen, die die einzelnen Nervenendapparate zu isoliren vermögen, haben. Die Zeichnungen Leydig's von *Succinea amphibia* und *Helix hortensis,* ferner die Boll's, namentlich von *Neritina fluviatilis* stehen dem nicht entgegen, da hier die Epithelien überhaupt nicht deutlich in ihrer Zusammensetzung erscheinen.

Für die *Heteropoden,* bei denen sich das Gehörorgan nicht am Fussganglion findet, sondern hinter dem Auge am Gehirn gelagert erscheint, sind die Angaben Leydig's [1]) und Boll's von grossem Werthe. Boll giebt von *Pterotrachea* eine charakteristische Abbildung. Das mit Flüssigkeit gefüllte, rundliche, aus einer Bindegewebsmasse bestehende Bläschen zeigt in seinem Inneren einen runden Otolithen, der wie die Flüssigkeit durch einen Theil des Epithels in Bewegung gesetzt wird. Dieses zeigt eine sehr wunderbare Bildung, tritt aber nicht, wie ich mit Leydig glaube, aus der Kategorie der Wimperzellen heraus. Das auskleidende Epithel lässt sich nämlich in zwei Kategorien scheiden, ein Acusticusepithel, das zu einer *macula acustica* angehäuft ist, und eine indifferente, den übrigen Theil der Gehörblase auskleidende Zelllage, die aus niedrigen Pflasterzellen besteht, welche, je näher wir der *macula acustica* kommen, wie bei allen Wirbelthieren immer höher und cylindrisch werden. Diese Zellmasse ist im höchsten Grade interessant, weil sie nicht in der ganzen Ausdehnung aus Flimmerzellen besteht, sondern grösstentheils von einfachen Pflasterzellen gebildet wird. Nur in bestimmten Abständen trifft man Zellen, die einen Wald von in bestimmten Zeiträumen schwingenden Flimmerhaaren zeigen. Von diesen hat Boll nachgewiesen, dass an sie feine Nervenfädchen herantreten, und das wurde für ihn die Veranlassung, entgegen den Ansichten früherer Forscher, dieses Epithel als ein Sinnesepithel in Anspruch zu nehmen. Was dagegen die *macula acustica* betrifft, deren Zellconstituenten er nicht näher zu zergliedern vermochte, so gelang es ihm, hier und da steife, aber nicht schwingende Haare über die Oberfläche hinausragen zu sehen, Haare, die gerade durch ihre Unbeweglichkeit von vorne herein den Verdacht erwecken, dass man es mit einem Endapparate des Hörnerven zu thun hat. Nimmt man noch hinzu, dass er das Epithel leicht veränderlich gefunden, beobachtet man dann ferner das Aussehen der *macula acustica,* das Höherwerden der indifferenten Pflasterzellen, so glaube ich bestimmt, dass kommende Forschungen hier haartragende Hörzellen, möglicherweise unterbrochen durch Isolationszellen, nachweisen werden; Hörzellen, zu denen die Endfasern des *acusticus* treten, um gegen die Basis der nur durch Schallwellen erregbaren Haare zu verlaufen. Die Nervenfasern werden Ganglienzellen entstammen und erst durch deren Vermittlung

---

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. III.

sich mit den Centralorganen des Hörens verbinden. Ich trage grosses Bedenken, mit Boll anzunehmen, dass die mit Nerven in Verbindung stehenden Pflasterepithelien mit schwingenden Haaren als Acusticusepithel anzusehen sind, und schliesse mich der Ansicht älterer Autoren, dass wir es mit Flimmerzellen zu thun haben, aus mehreren Gründen an. Einmal schwingen die Haare der Gehörzellen niemals spontan, sondern nur auf Grund von Schallwellen, wie Hensen das experimentell bei *Arthropoden* nachgewiesen, und dann ist es durchaus kein Beweis für die Natur eines Endapparates des Hörnerven, dass Zellen mit schwingenden Haaren mit Nerven in Verbindung stehen, die in der Bahn des *acusticus* verlaufen. Die Untersuchungen von Ketel über das Gehörorgan von *Petromyzon* haben ja gelehrt, dass aller Wahrscheinlichkeit nach der mit dem *nervus acusticus* verlaufende *facialis*, der gleichsam ringförmig um die mit einem exquisiten Flimmerepithel versehenen Vestibularsäckchen verläuft und dabei immer mehr an Stärke verliert, in das Innere hinein Fasern abgiebt, die dann zu den Flimmerzellen als einziges charakteristisches Element verlaufen müssen, so dass also die Flimmerbewegung unter dem Einflusse der Nerven stehen würde. Positive Beobachtungen für den Zusammenhang der Nervenfasern mit den Flimmerzellen hat er damals nicht beibringen können, allein es bleibt kaum eine andere Möglichkeit übrig und es sprechen dafür gerade die Beobachtungen Boll's und ferner der Umstand, dass bei Thieren, deren Schleimhaut auf ausgedehnten Strecken Flimmerepithel trägt, diese einen grossen Reichthum an Nerven besitzt. Ich zweifle nicht daran und ich hoffe, in Zukunft positiv beweisen zu können, dass, wo Flimmerzellen vorhanden, dieselben mit Nerven in Verbindung stehen, und wenn solche wie bei den Evertebraten und bei *Petromyzon* in der Bahn der Gehörnerven verlaufen, so sind sie doch von ihm gesondert und als besondere Cerebralnerven anzusehen, die sich bei *Petromyzon* gleichsam zum *Facialis* gruppiren, und das Epithel ist nicht so ohne Weiteres als Gehörepithel aufzufassen. Dieses ausgedehnte Vorkommen des Wimperepithels neben den Gehörzellen bei bestimmten Arten der *Coelenteraten*, der *Vermes*, den *Gastro- Ptero-* und *Heteropoden*, das bei vollkommen oder unvollkommen geschlossenen Gehörbläschen auftritt, ist um so interessanter, weil durch dasselbe Vertebraten und Evertebraten mit einander verknüpft werden, da wir ja bei *Petromyzon* als einzigen Repräsentanten einer sonst ganz nach dem Wirbelthiertypus gebauten Gehörblase solche Zellen in ungemeiner Ausdehnung auftreten sehen und zwar gerade in dem Theile, der das Ursprüngliche vom Gehörorgane ist, im *vestibulum*. Ich meine, schon allein dieser Umstand gestattet einen Schluss auf die Natur des Gehörepithels der Wirbellosen, das beim Vorhandensein eines Bläschens oder einer Einsenkung der äusseren Haut, die einem niederen Entwicklungsstadium entspricht, zu einer einzigen

macula acustica gruppirt ist, die dann entweder im Niveau der umgebenden, indifferenten Epithelien liegt, oder sich vermöge der ausgeprägten Cylindergestalt der wesentlichen Elemente über die Ebene derselben erhebt, immer aber wohl nur einen Theil der Wandung des Bläschens oder der Einsenkung einnimmt. Somit wird der Stammbaum von *Petromyzon* bis zu den Würmern hinunterreichen oder in der Classe der Mollusken zu suchen sein und zwar bei denjenigen Thieren, deren Gehörbläschen neben der Gruppe des Gehörepithels ein ausgedehntes Flimmerepithel trägt.

Betrachten wir nun die *Cephalopoden* etwas näher, über die wir durch die schönen Untersuchungen von Kowalewsky und Owsjannikow und von Boll aufgeklärt sind, so glaube ich auch bei ihnen gute Anhaltspunkte für den Zusammenhang zwischen Vertebraten und Evertebraten zu haben und bessere vielleicht, als es bei den soeben behandelten Mollusken der Fall. Abgesehen davon, dass wir bei diesen Thieren das Gehörbläschen wie bei den *Cyclostomen* von einer Knorpelkapsel umgeben finden, die, wenn auch nicht derjenigen der Rundmäuler homolog, so doch wenigstens analog ist, und abgesehen davon, dass auch hier das Gehörorgan hinter dem Auge befindlich sich bildet, so sehen wir bei ihnen zum ersten Male, so weit man weiss, eine Vertheilung der Endapparate des *acusticus* in zwei Gruppen. Sie stehen nicht über das ganze Gehörbläschen zerstreut, auch nicht zu einer einfachen *macula* gruppirt, sondern ausser dieser befindet sich, wie die Forscher dargethan, eine von ihnen so genannte *crista acustica,* die bandartig um die Wand des Bläschens zieht. Die Lage derselben scheint mir im höchsten Grade interessant. Die *papilla* oder *macula* befindet sich am Eintritt des Gehörnerven, oben innen am Bläschen, dagegen die Leiste mehr nach unten und vorne. Denkt man sich nun, unter der Voraussetzung, dass, wie wahrscheinlich, der Gang der Entwicklung des Gehörbläschens als eine Einsenkung des äusseren Integumentes derselbe wie bei den Wirbelthieren, dass die Gehörkapsel, die bei den *Cephalopoden* abwärts vom Kopfknorpel liegt, mit ihrem äusseren Theile aufwärts gedreht und gegen die Seitenfläche desselben hin gedrängt würde, gleich wie bei den *Cyclostomen* die Gehörkapsel an der Seite des Schädels befindlich, so würde der Nerv an den unteren inneren Theil des Gehörbläschens treten und somit die *macula* sich ebenfalls hier befinden, während dagegen die *crista* nach oben aussen läge. Denkt man sich dann das Bläschen im Centrum durchbrochen, so müsste die mehr in der Mitte desselben verlaufende Leiste zweigetheilt werden, in eine vordere und hintere Hälfte sich scheiden, und man hätte dann gerade wie bei *Myxine glutinosa* eine nach unten innen gelegene *macula,* eine vordere und hintere *crista acustica.* Ich will auf diese rein morphologischen Betrachtungen, so nahe sie mir gelegen haben, keinen so grossen Werth

mit Bezug auf den Zusammenhang zwischen Wirbellosen und Wirbelthieren legen, namentlich schon deswegen nicht, weil Kopfknorpel und Gehörkapsel nicht mit dem Schädel und der Gehörkapsel der *Cyclostomen* in Zusammenhang zu bringen sind, wohl aber auf die Verhältnisse der Epithelien des Gehörbläschens, die mit denen der *Myxine* und weiter mit den Grundverhältnissen der übrigen Wirbelthiere übereinstimmen. Die Wand des Gehörbläschens ist mit Ausnahme der *macula* und *crista acustica* mit einem niedrigen, indifferenten, nicht flimmernden Epithel bedeckt und was dann die beiden vorhin genannten Theile betrifft, so haben Kowalewsky, Owsjannikow und Boll übereinstimmend dieselben aus haartragenden Cylinderzellen zusammengesetzt gefunden, an die die Fasern des *acusticus* herantreten, und zwischen ihnen andere Zellelemente, die nichts mit Nerven zu schaffen haben. Wenn man dann das Flächenbild des Epithels von *Octopus* betrachtet, welches Boll Taf. III. Fig. 51. gezeichnet, und mit meiner Fig. 35. Taf. XXIII vergleicht, so wird, denke ich, die grosse Uebereinstimmung auf den ersten Blick einleuchten, wie auch die Querschnittsbilder, die ich von den Fischen gegeben, die schönste Uebereinstimmung in der Form der Zellen zeigen (Taf. XIX. Fig. 16.). Ein weiteres für den Zusammenhang mit den Wirbelthieren sprechendes Verhalten ist das der Otolithen oder nach Boll der Otolithenmasse. Diese ruht, wie bei sämmtlichen Vertebraten auf der *macula acustica*, anstatt in der Flüssigkeit, die der Endolymphe der Wirbelthiere entspricht, suspendirt zu sein. Wenn nun auch das histologische Verhalten des Otolithen nicht festgestellt ist, so möchte ich doch auf einen Punkt aufmerksam machen, der mir für die complicirte Struktur desselben zu sprechen scheint, namentlich auch dafür, dass er wie bei den Wirbelthieren eine Otolithensackmembran besitzt, in die die Gehörhärchen hineinragen, und das ist der Umstand, dass, wie Boll bemerkt, beim Abheben des Otolithen ein Theil desselben oberhalb der *macula* zurückbleibt. Das könnte nicht geschehen, wenn er nicht ähnlich wie bei den Wirbelthieren durch ein Bindemittel mit dem Epithel verbunden wäre, und es ist mir nicht unwahrscheinlich, dass das eine cuticulare Hülle, eine an der Maculafläche verdickte Otolithensackmembran ist. Ist eine solche vorhanden, so würde dies auf die Entwicklungsgeschichte der Otolithen ein weiteres Licht werfen. Man muss wohl annehmen, dass derselbe, wenn er frei suspendirt, aus einer eiweissartigen Flüssigkeit herauskrystallisirt, die von den indifferenten Zellen des Gehörbläschens abgesondert, dasselbe ursprünglich erfüllt. Bei den *Cephalopoden* würde dann aber eine Bildungsweise wie bei den Vertebraten vorhanden sein. Nur der Theil der indifferenten Zellmasse, die in der Umgebung der *macula* oder *crista acustica* liegt und in diesen als Isolationszellen oder Zahnzellen, wie ich sie auch genannt, die einzelnen

Nervenendapparate trennt, sondert eine Masse ab, die der *macula* oder *crista* aufliegt, ohne den ganzen Binnenraum der Gehörblase zu erfüllen und in deren Inneren dann das Herauskrystallisiren der Kalkmasse vor sich geht. Was also bei anderen Evertebraten auf die Zellen des ganzen Raumes vertheilt, wäre hier nur eine Funktion weniger Zellen, die sich auch gegenüber den übrigen indifferenten durch ihre grössere Höhe auszeichnen. Die Isolationszellen und die Zellen in der Umgebung der *macula* und *crista* sind ja regelrechte Cylinder, die übrigen dagegen meistens Pflasterzellen.

Die drei vorhin genannten Forscher haben nun ferner übereinstimmend einen aus dem Gehörbläschen sich erhebenden mit flimmernden Zellen versehenen Canal beschrieben, der eine Strecke an der Aussenwand empor verlaufend durch den Kopfknorpel tritt und dessen Ende sie nicht verfolgen konnten. Boll vermuthet, dass er sich an der freien Oberfläche öffne. Gerade der Umstand, dass dieser Canal den Kopfknorpel durchbohrt und dort nicht weiter verfolgt werden kann, hat mich aufmerksam gemacht und musste mir auf das Lebhafteste den von Ketel und mir bei den *Cyclostomen* aufgefundenen *ductus endolymphaticus* oder den *aquaeductus vestibuli*, der entwicklungsgeschichtlich nichts weiter ist als der *recessus labyrinthi*, ins Gedächtniss zurückrufen, und wenn sich auch erst an der Hand der entwicklungsgeschichtlichen Forschung, die speciell auf diesen Punkt gerichtet wäre, die Identität mit der Vorhofswasserleitung nachweisen liesse, so möchte ich doch die Gelegenheit nicht vorübergehen lassen, darauf aufmerksam zu machen. Ist dieser Canal wirklich der *recessus labyrinthi*, der *ductus endolymphaticus*, die Vorhofswasserleitung, so wäre damit der Connex zwischen Vertebraten und Evertebraten noch inniger als bisher nachgewiesen worden. Die vergleichend anatomischen Thatsachen sprechen nicht dagegen, dass das Gehörorgan auch bei den Wirbellosen eine Differenzirung zunächst des äusseren Integumentes ist, an das specifische Nerven herantreten, und dass das Gehörbläschen, und darauf weisen bei niederen Thieren die Communicationen mit der Oberfläche hin, als eine Einstülpung der Körperbedeckung anzusehen; da liegt es denn nicht aus dem Wege, dass es auch bei den höchsten Evertebratenklassen zur Bildung eines *recessus labyrinthi* kommt, wie wir ihn immer vollkommener bei den Wirbelthieren auftreten sehen.

So habe ich denn den Versuch gemacht, Wirbelthiere und Wirbellose mit Bezug auf das Gehörorgan zu verknüpfen. Habe ich über das Ziel hinausgeschossen, und habe ich meiner Phantasie nicht den gebührenden Zügel angelegt, so möge die Grösse der Aufgabe und die Mangelhaftigkeit unserer Kenntnisse als Entschuldigung dienen und möge sich sehr bald Einer finden, der die wichtige Frage auf besseren Grundlagen löst,

als es mir möglich, auf Grundlagen, die denen entsprechen, die die *retina* der Wirbellosen vor allem in den Arbeiten von Hensen und M. Schultze besitzt.

Ich wende mich zunächst zur vergleichenden Morphologie und dann zur vergleichenden Histologie des häutigen Labyrinthes oder Gehörbläschens der Wirbelthiere. Da finden wir zunächst als das Gemeinsame, überall Wiederkehrende, dass dasselbe trotz aller Formverschiedenheiten, welche dasselbe innerhalb der einzelnen Classen zeigt, an der Seitenwand des Schädels zwischen *trigeminus* und *vagus* gelagert erscheint, und dass der *nervus acusticus* mit seinen Zweigen immer an die innere oder Schädelhöhlenwand des Bläschens herantritt, um sich dann weiter zu verzweigen. In seiner einfachsten Form, die dem frühesten Entwicklungsstadium desselben bei den Wirbelthieren und den Verhältnissen, wie wir sie in der Reihe der höheren Evertebraten kennen gelernt, entspricht, tritt es als einfaches Bläschen (Fig. 1. u. 2.) bei *Myxine glutinosa* auf und es steht nur in Frage, ob nicht vielleicht dennoch bei *Amphioxus* etwa an der Unterseite des Kopfendes noch einfachere Formen sich finden. Dasselbe ist nämlich nicht wie bei den Wirbellosen im erwachsenen Zustande (möglich oder vielmehr wahrscheinlich, dass es im embryonalen Zustande der Fall, und es wäre wichtig, dieses zu untersuchen) einfach rundlich, sondern hat dadurch, dass ein Knorpelfortsatz der Kapsel das Centrum gleichsam durchbrochen, die Gestalt eines Ringes angenommen, an den unten innen die Fasern des *acusticus* treten, und diese vertheilen sich wie bei den *Cephalopoden* in eine an dem unteren Theile der Innenwand des Ringes befindliche *macula acustica* (Fig. 1 *v*), die ein wenig, aber symmetrisch vorne und hinten in die Seitentheile des Ringes hineinragt und in zwei durch die centrale Durchbohrung des Bläschens, das wir von vorne herein als *vestibulum* bezeichnen wollen, getrennte *cristae acusticae* (Fig. 1 u. 2 *aa, ap*). Diese beiden befinden sich in den symmetrisch vorne und hinten an den Seitentheilen des Vorhofs befindlichen, halbkugligen Ausbuchtungen, den *ampullae* und so sehen wir denn zum ersten Male bei den Wirbelthieren, bei der erwachsenen *Myxine,* drei wichtige Abtheilungen am Gehörbläschen auftreten, einmal das *vestibulum* mit seiner am Boden unten innen befindlichen *macula,* und dann die beiden vorne und hinten gelegenen Ausbuchtungen, die Ampullen, mit ihren im Wesentlichen quer durch dieselben ziehenden *cristae acusticae.* Wäre es möglich, die *macula acustica* mit der *papilla acustica* der *Cephalopoden* und die *cristae* mit der *crista* des Gehörbläschens dieser Thiere, wie ich das vorhin weiter ausgeführt, zu homologisiren, wofür die Entwicklungsgeschichte Anhaltspunkte geben wird, dann möchte ich noch im vergleichend anatomischen Interesse auf den so merkwürdigen Bindegewebswulst aufmerksam

machen, den Kowalewsky und Owsjannikow bei den *Octopoden* zwischen *papilla* und *crista acustica* gezeichnet und beschrieben, und den Boll bestätigt. Ich möchte die Möglichkeit hervorheben, dass dieser dem Knorpelfortsatze homolog wäre, der bei *Myxine* das Centrum des Gehörbläschens durchbricht und somit die einfache Blase zu einem Ringe umbildet.

Betrachten wir nun die Verhältnisse bei *Petromyzon*, so lässt sich die complicirte Form des Gehörbläschens, die alle Theile, wie sie bei den höheren Wirbelthieren vorkommen, wenigstens in Andeutungen besitzt, leicht aus niederen Formen, namentlich auch an der Hand der Entwicklungsgeschichte ableiten.

Die Neunaugen besitzen wie *Myxine* ein einfaches Gehörbläschen, nur ist dasselbe nicht ringförmig, sondern, wie bei den meisten Evertebraten und wie im embryonalen Leben der Wirbelthiere, nachdem sich dasselbe vom äusseren Integumente, aus dem es entsteht, abgeschnürt, rundlich (Fig. 3 u. 4), immer aber treten wie bei *Myxine* die Fasern des Gehörnerven an den unteren Theil der Innenwand. An demselben sehen wir wieder wie beim Schleimfische Differenzirungen dadurch eintreten, dass vollkommen symmetrisch (an der vorderen und hinteren Wand Fig. 3 *aa, ap*) bedeutende Ausbuchtungen, die *ampullae*, die *ampullae trifidae* der Autoren, auftreten, die sich weiter fortgebildet haben und weit selbständiger gegenüber dem übrigen Theile des Gehörbläschens, in dem sie mit rundlicher, vorne und hinten befindlicher Oeffnung münden, sind. Gleichzeitig mit diesen wichtigen, vorderen und hinteren Ausbuchtungen, der vorderen und hinteren Ampulle, mit dem oberen Ende derselben im Zusammenhange erheben sich von der vorderen oberen (Fig. 3 *sag.'*) und hinteren oberen (Fig. 3 *fr'*) Wand zwei Falten, die in der Mitte der oberen Wand (Fig. 3 u. 4) unter einem Winkel zusammenstossen und anfänglich in der ganzen Ausdehnung mit dem Inneren des Gehörbläschens communiciren, jedoch im Laufe der Entwicklung bis auf die Stelle ihrer Vereinigung sich von demselben abschnüren. Sie bilden somit zwei vom oberen Ende der vorderen und hinteren Ampulle ausgehende, gegen die Mitte der oberen Wand des ursprünglichen Gehörbläschens des *vestibulum* ziehende und in dasselbe sich öffnende, geschlossene Röhren, die der Wand desselben dicht anliegen, die beiden verticalen Bogengänge, von denen wir somit einen vorderen und hinteren unterscheiden, die beide mit der sagittalen, respective der frontalen Ebene einen Winkel von 45^0 bilden. Gleichzeitig sehen wir dann in der vorderen und hinteren Ampulle (Fig. 3 *sag* u. *fr*), wie bei *Myxine*, und zwar im oberen Theile derselben quer an der unteren vorderen, respektive unteren hinteren Wand eine *crista acustica* ziehen. Sind nun aber bei *Myxine* die beiden Ampullen vollkommen gleich gestaltet, so ist das bei den Neunaugen nur scheinbar der Fall,

denn wir finden zur vorderen mehr Nervenäste treten wie zur hinteren und finden nach unten und innen von der queren *crista* der vorderen Ampulle in der unteren inneren Abtheilung (Fig. 4 *ru*) (Taf. XXII. Fig. 11 *pia*) durch eine Leiste (*d*), die der hinteren fehlt, getrennt eine Einsenkung mit einer *macula acustica,* zu der ein eigener Nervenzweig zieht, den *recessus utriculi* mit der *macula acustica utriculi* auftreten. Ferner bemerken wir an der Stelle, wo die beiden Bogengänge sich vereinigen und an dem Dache des *vestibulum* münden, sowohl an der Aussen- wie an der Innenwand des *vestibulum* (Fig. 3 u. 4 *co*) dreieckige Ausbiegungen, hervorgerufen durch den Zerfall der von Ketel beschriebenen *crista frontalis* der Vorhofssäckchen in zwei divergirende Leistchen, die zusammen eine kurze aber weite Verbindungsröhre der beiden zusammenmündenden Bogengänge mit dem *vestibulum* darstellen. Es ist die Bogengangcommissur. Damit sind jedoch keineswegs alle Veränderungen des Restes des ursprünglichen Gehörbläschens des *vestibulum* erschöpft. Finden wir bei *Myxine* an dem gleichmässigen, keine Ausbuchtungen zeigenden Boden desselben (Fig. 1) eine einfache, längliche, zwischen den beiden Ampullen sich ausdehnende *macula acustica,* so sehen wir dieselbe freilich auch bei den Neunaugen ungetheilt zwischen den Ampullen sich erstrecken und sogar in derselben Form wie bei *Myxine*; allein nach hinten unten von ihrem vorderen Ende, der *macula acustica utriculi,* senkt sie sich in eine kleine, rundliche Ausbuchtung (Fig. 4 *s*), den *recessus sacculi* und nach hinten und unten wieder von diesem in einen mächtigen, sackförmigen Anhang, wie er von den Autoren beschrieben wird, in den *recessus cochleae*, den man auch schlechtweg als Schnecke bezeichnen kann (Fig. 3 u. 4 *c*). Diese enthält somit, wie der *recessus sacculi* und *utriculi,* als *macula acustica* einen Theil der grossen *macula* des Gehörbläschens, des Vorhofs überhaupt. So sehen wir denn, wie zuerst bei *Myxine* durch einfache Ausbuchtungen und Falten des einfachen Gehörbläschens symmetrisch vorne und hinten die beiden Ampullen mit ihren *cristae* und das *vestibulum* mit der *macula* unten innen entsteht, und dann bei den Neunaugen durch Erhebungen von der oberen Wand und Abschnürung die in der Mitte der oberen Wand zusammenstossenden Bogengänge, ein vorderer und hinterer, die durch eine kurze, durch Ausbuchtung des oberen Theils der äusseren und inneren Wand des *vestibulum* entstandene Röhre, die Commissur in den oberen Theil des Binnenraums des Vorhofes münden, wie dann ferner bei diesen Thieren im Bereiche der vorderen Ampulle nach unten innen und hinten von der *crista* derselben die *macula vestibuli* in einer Einsenkung, dem *recessus utriculi,* nach hinten und unten dann in einer zweiten, dem *recessus sacculi,* und nach hinten und unten davon wieder in einer mächtigen dritten, dem *recessus cochleae,* zu liegen kommt. Dieser letztere besitzt, abgesehen von den Ampullen die grösste Selb-

ständigkeit gegenüber dem Vorhofe, gehört somit zu den am frühesten gebildeten Ausbuchtungen und ragt mit dem *recessus sacculi* ein wenig abwärts von der Theilung des Stammes des *acusticus.* Damit steht uns nun der Weg zur richtigen Erkenntniss der Verhältnisse und der Bildungsweise der Theile des häutigen Labyrinthes der höheren Thiere, von den Teleostiern angefangen, offen, eine Erkenntniss, die ich auch heute nicht besser graphisch darzustellen vermag, als mittelst der beiden Holzschnitte, die Ketel nach meiner Angabe in seiner Arbeit über das Gehörorgan der *Cyclostomen* veröffentlicht und die ich auch der folgenden Darstellung zu Grunde lege.

Eine der Hauptveränderungen, die sich in dem Gehörorgane der Teleostier geltend macht und die vollkommen mit dem Gange der Entwicklung des Gehörbläschens der Wirbelthiere überhaupt in Einklang steht, wonach zuerst die Falten der verticalen Bogengänge entstehen und dann erst die des horizontalen mit seiner Ampulle auftritt, ist die Bildung einer horizontalen, äusseren Ampulle und eines entsprechenden äusseren, horizontalen Bogenganges. An der vorderen sowohl, wie an der hinteren Ampulle der Neunaugen macht sich (Fig. 3) eine äussere Ausbuchtung geltend. Zu der der vorderen, die somit die erste Andeutung einer horizontalen Ampulle (Fig. 3 *hor*) ist, zieht bei den Teleostiern ein Nerv und es bildet sich damit in ihr eine quere, zungenförmige *crista acustica* an der Aussenwand. Somit nimmt sie den Charakter einer wirklichen Ampulle an, die sich nur von den beiden verticalen in der Stellung der Gehörleiste an der Aussenwand unterscheidet (Fig. 5 u. 7 *hor*), während die *cristae* dieser an der unteren vorderen, respektive unteren hinteren Wand befindlich symmetrisch ein wenig an den Seitenwänden emporragen. Gleichzeitig damit sehen wir aus der Aussenwand des *vestibulum* (Fig. 5 u. 7 *hor'*) eine dritte Falte sich erheben, die sich allmählig wie die beiden verticalen (Fig. 5 u. 7 *sag' fr'*) abschnürt, und die dann hinten unterhalb der beiden verticalen Gänge und deren Commissur in den Binnenraum des Vorhofes mündet. Somit hat sich also ein horizontaler Bogengang gebildet. Denkt man sich nun, dass sämmtliche Theile der vorderen Ampulle, wie auch die hintere der Neunaugen bei den Teleostiern mit dem Vestibularsäckchen weiter nach hinten, respektive vorne wachsen und somit selbständiger werden, so werden ja die beiden durch Verbindungsröhren mit dem Vorhofe communiciren. Dann haben wir eine Verbindungsröhre der hinteren, frontalen, alleinstehenden Ampulle (Fig. 6. 8 *v*) und eine vordere der sagittalen, horizontalen Ampulle und des *recessus utriculi* (Fig. 5. 7. 8 *ru*), die sich in derselben Weise bei den Teleostiern wie bei den Neunaugen nur mit selbständiger *macula utriculi* findet, den *utriculus* (Fig. 5. 6. 8 *u*). Stellt man sich dann ferner vor, dass die Vestibularsäckchen unterhalb der Commissur der verticalen

Bogengänge mit der Einmündung des horizontalen, die unter einem im Ganzen rechten Winkel vor sich geht, zu einer gerade so weiten Röhre wie die Commissur der verticalen Gänge reducirt wird (siehe die Figuren in KETEL's Arbeit, Fig. A B), so haben wir (Fig. 6. 8 *co*) die Commissur der Teleostier und der höheren Wirbelthiere. Oben münden die verticalen Bogengänge, am unteren Ende einmal rechtwinklig der horizontale Gang, und dann hinten die Verbindungsröhre der hinteren, frontalen Ampulle, vorne der *utriculus* (Fig. 5. 7).

Wie verhält es sich nun mit dem aus dem Vestibularsäckchen nach unten sich erhebenden *recessus sacculi* und *cochleae*, von denen ersterer natürlich auch bei diesen Thieren nach hinten unten von dem *recessus utriculi* und dieser wieder nach hinten, respektive hinten unten von dem *recessus sacculi* sich finden muss? Beide haben sich noch mehr vom Boden des zum unteren Theile der Bogengangcommissur umgewandelten Vorhofsacks abgeschnürt und zwar in dem Grade, dass die *cochlea* (Fig. 5. 6. 7. 8 *c*), die schon bei *Petromyzon* (Fig. 3. 4 *c*) am meisten selbständig war, vollkommen von demselben abgetrennt ist und der *recessus sacculi* (Fig. 5. 6. 7. 8 *s*) durch eine enge Communication, die nach meinen Erfahrungen, entgegen denen von RETZIUS[1]), bei allen Fischen vorhanden ist mit dem unteren Ende desselben (Fig. 8), somit an der Vereinigung der Commissur, der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle und des *utriculus* zusammenhängt. Gleichzeitig damit finden wir jedoch mit Ausnahme der *Cyprinoiden*, die *Petromyzon* in dieser Beziehung näher stehen, den *recessus sacculi*, der jetzt als förmlicher, abgeschnürter *sacculus* erscheint, in einem so hohen Grade, namentlich nach vorne und hinten ausgewachsen (Fig. 5. 6 *s*) und die hinten befindliche Schnecke, die in ihrer Entwicklung nicht gleichen Schritt gehalten, überragen und sich mit der Schnecke so weit nach unten von dem Stamme des *acusticus* ausdehnen, dass in Folge der grossen Selbständigkeit, die derselbe besitzt, und der engen Communication mit den oberhalb gelegenen Theilen, die dann noch die Selbständigkeit der an der Innenwand des *sacculus* und der *cochlea* befindlichen *macula acustica* zur Folge hat, das Labyrinth der Fische und überhaupt der höheren Wirbelthiere in eine oberhalb des *acusticus* gelegene *pars superior*, und in eine unterhalb desselben befindliche *inferior* zerfällt. Jene umfasst die Bogengänge, die Ampullen, die Commissur der Bogengänge, den *recessus utriculi*, den *utriculus* und die Verbindungsröhre der hinteren Ampulle, diese den *sacculus* und die Schnecke. Trotz allen Veränderungen sehen wir aber dennoch, wie die Grundlagerungsverhältnisse der wichtigen Nervenausbreitungen in den einzelnen Abtheilungen dieselben bleiben, und zwar hinten die *crista* der

1) Anatomische Untersuchungen. Stockholm. 1872.

alleinstehenden Ampulle, vorne die der beiden zusammenliegenden, nach unten innen und hinten davon die *macula utriculi* im *recessus*, nach hinten und unten von dieser die *macula sacculi* und nach hinten, respektive hinten unten davon wieder die *macula cochleae*, die bei allen Teleostiern mit Ausnahme der *Cyprinoiden* einen kleinen Appendix am Sacke bildet, während sie bei den *Petromyzonten* und ähnlich bei den Karpfen den *sacculus* übertrifft (Fig. 7. 8 *c*).

Nun hat jedoch Retzius in seiner Abhandlung auf eine weitere Nervenausbreitung bei den Knochenfischen aufmerksam gemacht, die er als *pars basilaris* (Fig. 8 *pb*) beschreibt und der Schnecke zutheilt. Ich kann die Existenz dieser Nervenausbreitung, wie der geehrte Forscher sie beschreibt, nur bestätigen und finde dieselbe wie er als zwei kleine Flecke an der Innen- und Aussenwand der *pars superior*, etwas nach hinten von der Communication mit dem *sacculus*. Nicht so unbedingt kann ich mich aber der Deutung von Retzius anschliessen, dass sie als *pars basilaris* der Schnecke anzusehen sind, wenn auch von vorne herein ihre Lagerung im Bereiche der *pars superior* eine solche Deutung nicht ausschliesst, da dieselben bei den höheren Thieren in Folge einer etwas höheren Abschnürung der *pars inferior* von der *superior* im Bereiche des *sacculus* zu liegen kommen könnten. Was mich aber vor allem stutzig macht, ist der Mangel eines Otolithen oder einer *membrana tectoria*, die, was ich hier vorausschicken will, einer *pars basilaris* niemals fehlt und vor allem der gänzliche Mangel der Nervenausbreitung bei den *Plagiostomen*, um so mehr, weil wir finden werden, dass, wenn einmal ein Theil mit einer *macula* oder *crista acustica* mit Nervenendapparaten des Hörnerven differenzirt ist, dieser nicht verschwindet, sondern, namentlich wenn er der Schnecke angehört, in der Wirbelthierreihe sich immer mehr entwickelt. Somit dürfte er den Plagiostomen nicht fehlen. Ich halte es für möglich und meine histologischen Untersuchungen haben mir Resultate geliefert, die dem nicht entgegenstehen, es fehlen mir nur ausgedehnte Beobachtungen an ganz frischen Labyrinthen, dass wir es hier mit einem Reste des im Bereiche der Vestibularsäckchen der Neunaugen, die zum unteren Theile der Bogengangcommissur bei den Teleostiern werden, an dem sich ja die beiden Nervenendapparate finden, so ungemein ausgedehnten Flimmerepithels, des letzten Restes einer bei den Wirbellosen so ausgedehnten Bildung, zu thun haben und dass somit in der Bahn des *acusticus* ihm fremde, cerebrale Fasern verlaufen, die eigentlich als zum *facialis* gehörig anzusehen sind und als solche auch bei den Neunaugen sich darstellen.

Die *Cyprinoiden*, deren Gehörorgan mit Bezug auf Sack und Schnecke auf den ersten Blick von dem der übrigen Teleostier abzuweichen scheint, bieten nur insofern eine Differenz dar, als die hinten unten am Sacke be-

findliche Schnecke (Fig. 7. 8 *c*) mit ihrer *macula* diesen weit übertrifft, und dann, dass der Sack der einen Seite mit dem der anderen durch den *sinus impar* communicirt, dessen Existenz wohl in der Entwicklungsgeschichte, in der starken Annäherung der beiden Labyrinthblasen unten an der Basis des Schädels begründet ist und der durch die spätere Entfernung der beiden *sacculi* zu einer kurzen Verbindungsröhre ausgezogen wird.

Wenden wir uns jetzt zu dem häutigen Gehörorgane der Plagiostomen, dessen Bau vor allem durch die schönen Untersuchungen Weber's [1]), Ibsen's und Breschet's [2]) klar gelegt ist, so finden wir, dass das häutige Labyrinth der Haie sich eng an das der Teleostier anschliesst und mit demselben bis auf unwesentliche Formverschiedenheiten übereinstimmt, während allerdings das Gehörorgan von *Raja* Differenzen darbietet, die wenn auch nicht prinzipiell, doch immer bedeutend genug sind. Man kann auch bei den Haien eine durch eine enge Communication am Boden der Vereinigung der Commissur des *utriculus* und der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle mit einer *pars superior* verbundene *pars inferior* unterscheiden, von denen jene wiederum die drei Ampullen mit den Bogengängen, die Commissur, den *recessus utriculi*, den *utriculus* und die Röhre der frontalen Ampulle umfasst, während diese aus Sack und Schnecke besteht, jedoch mit dem Unterschiede, dass die beiden Abtheilungen nie so stark von einander abgetrennt erscheinen, als es bei vielen Teleostiern (*Cyprinoiden*) der Fall ist, bei denen es zur Bildung einer eigenen Verbindungsröhre kommt. Der *sacculus* (Fig. 9. 10 *s*), der, statt wie bei den Teleostiern von vorne nach hinten ausgedehnt zu sein, wie bei den höheren Wirbelthieren mehr kuglig sich darstellt, schliesst sich mit seinem oberen Theile weit inniger an die untere Fläche der Vereinigung der Commissur, des *utriculus* und der Verbindungsröhre (Fig. 10 *co. u. v*), ja sogar der Hinterwand des *recessus utriculi* (Fig. 9 *ru*) an, wie bei den meisten Teleostiern. Er liegt sogar nach aussen vom unteren Ende derselben und namentlich nach aussen von der stark gebogenen Verbindungsröhre der frontalen Ampulle (Fig. 9. 10 *v*), so dass, wie es auch schon in einem geringen Grade bei den Teleostiern der Fall, die Verbindung am äusseren Theile der Unterfläche vorhanden ist. Was die Schnecke betrifft (Fig. 9. 10 *c*), so ist dieselbe schon selbständiger geworden und hängt kappenartig hinten unten am Sacke nach abwärts übergebogen und namentlich unten durch eine tiefe Einschnürung abgesetzt. Vorne treffen wir dann (Fig. 9 *hor. sag*) die beiden zusammenliegenden Ampullen, die äussere horizontale (Fig. 9 *hor*) mit der zungen-

1) De aure animalium aquatilium. 1820.

2) Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouie des poissons. 1838.

förmigen *crista* auf der äusseren, oberen Wand, die innen vorne gelegene sagittale (Fig. 9 *sag*), mit der queren etwas an den Seitenwänden symmetrisch emporsteigenden *crista*. Beide münden dann in den tiefen mit seiner *macula* nach unten und etwas nach vorne aussen gekehrten *recessus utriculi* (Fig. 9 *ru*). Hinten finden wir die durch eine lange, abwärts gebogene, zarte, medianwärts vom *sacculus* und der Schnecke verlaufende und wie bei den meisten Teleostiern, aber viel ausgeprägter unter einem stumpfen, nach abwärts offenen Winkel mit dem *utriculus* (Fig. 10 *u*) zusammenstossende Verbindungsröhre (Fig. 10 *v*) ausgezeichnete, frontale, hintere Ampulle (Fig. 9. 10 *fr*), die mit Bezug auf die Gehörleiste wie die vordere, sagittale gestaltet ist. Alle drei gehen in die wie bei den Knochenfischen um etwa 45° aus den betreffenden Ebenen weichenden Bogengänge den horizontalen, äusseren (Fig. 9 *hor'*), den sagittalen, vorderen (Fig. 9 *sag'*), den frontalen, hinteren (Fig. 9 *fr'*) über, von denen letztere in eine kurze, weite, cylindrische Commissur (Fig. 10 *co*) münden, in deren unteres Ende von aussen nach innen rechtwinklig, wie bei den Teleostiern, der horizontale sich öffnet. Diese letztere Einmündung (Fig. 9) ist so weit nach vorne hin ausgedehnt, dass es den Anschein hat, als ob der sagittale und der horizontale Bogengang sich zuerst vereinigten.

Weicht nun so das häutige Labyrinth der Haie nicht wesentlich von dem Typus ab, den wir, von den Neunaugen angefangen, durch die Reihe der Teleostier verfolgten, so dass auch bei ihnen der *recessus utriculi* nach unten, hinten, innen von den vorderen, zusammenliegenden Ampullen, der *sacculus* nach hinten unten vom *recessus utriculi*, die Schnecke nach hinten unten vom Sacke gelagert war, so ist dasselbe auch bei den *Rajae* mit Bezug auf das eben erwähnte wichtige Verhältniss, mit Bezug auf die Lage der horizontalen und sagittalen Ampulle vorne, der frontalen hinten, des horizontalen Bogenganges aussen, des sagittalen vorne, des frontalen hinten der Fall (Fig. 11. 12), allein wir sehen nicht die beiden verticalen Bogengänge zu einer Commissur zusammentreten, auch nicht die Verbindungsröhre der hinteren Ampulle (Fig. 12 *v*) in das hintere Ende des *utriculus* (Fig. 12 *u*) münden, sondern wir finden, dass der hintere, frontale Bogengang (Fig. 12 *fr'*) mit der Verbindungsröhre (Fig. 12 *v*) sich in den hinteren, oberen Theil des *sacculus* (Fig. 12 *s*) öffnet. Ausserdem vereinigt sich der vordere, sagittale (Fig. 12 *sag'*) Bogengang, nachdem er, wie bei den übrigen Fischen, oberhalb des *sacculus* unter rechtem Winkel den horizontalen (Fig. 11 *hor'*) aufgenommen, mit der Oberwand des *utriculus* (Fig. 12 *u*) und mündet in denselben. Kommt es nun somit nicht zur Bildung einer eigentlichen Bogengangcommissur, so zeigen die Rochen auch ferner das Eigenthümliche, wie ich das in der vorigen Abhandlung auseinandergesetzt, dass die *pars superior* und *inferior* im erwachsenen Zustande indirekt mit einander communi-

ciren, und zwar durch zwei Röhren, die trichterförmig (Fig. 12 *de*) aus ihrer Innenwand emporziehen und die das untere Ende des *recessus labyrinthi*, des *ductus endolymphaticus* darstellen. Wahrscheinlich ist die Communication im embryonalen Leben so einfach, wie bei den übrigen Fischen.

Welche Erklärung hat man nun für diese Eigenthümlichkeiten, die eine principielle Abweichung im Baue des Gehörorgans zu bedingen scheinen und somit ein schweres Gewicht zu Ungunsten der Annahme der continuirlichen Fortbildung in die Wagschale werfen würden? Sie finden einmal ihren Grund in der frühzeitigen, vor der Bildung der Bogengänge, der Ampullen, der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle, des *utriculus* vor sich gehende Abschnürung des Labyrinthbläschens in eine *pars superior* und *inferior*, und dann darin, dass diese Abschnürung bei den Rochen nicht wie bei den Knochenfischen, den Haien und übrigen Wirbelthieren in transverseller Richtung, sondern mehr senkrecht vor sich zu gehen scheint, so dass eine vordere obere und eine hintere untere Abtheilung sich findet. Dadurch werden sich die vorne gelegenen Theile, die zusammenliegenden Ampullen mit dem horizontalen und sagittalen Bogengange aus der oberen vorderen Abtheilung, die dann zum *utriculus* und *recessus utriculi* wird, entwickeln und in ihr einmünden, während die hintere Ampulle mit dem frontalen Bogengange und der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle aus dem hinteren unteren Theile, der dann zum *sacculus* und zur Schnecke wird, sich herausbildet und in ihn einmündet. Dabei bleibt natürlich die gegenseitige Lagerung der einzelnen Theile, der zusammenliegenden Ampullen mit ihren *cristae* vorne, der frontalen Ampulle hinten, des horizontalen Bogenganges aussen, des sagittalen vorne, des frontalen hinten, die Lage des *recessus utriculi* nach unten innen und hinten von den vorderen Ampullen, des *sacculus* mit seiner *macula* nach unten und hinten von der *macula utriculi*, und der sehr selbständigen nach hinten unten vom Sacke gelegenen Schnecke unverändert. Somit sehen wir, dass das häutige Gehörorgan der Plagiostomen nicht wesentlich von dem der Teleostier verschieden, dass beide nach dem durch *Petromyzon* und weiter durch *Myxine* angedeuteten Typus gebaut sind und was dann die *Ganoiden* betrifft, so lehren die Untersuchungen von Breschet, dass hier keine Abweichungen von den Knochenfischen zu suchen, wie das auch von vorne herein nach dem Verhalten der Gehörkapsel zu erwarten.

Die Amphibien, von denen *Siredon pisciformis*, *Triton cristatus*, *Salamandra maculata* und *Rana temporaria* und *edulis* auf's Neue untersucht wurden, schliessen sich innig an die Fische an und zeigen nur eine wesentliche Fortbildung mit Bezug auf die Schnecke. Auch bei ihnen haben wir eine *pars superior* und *inferior* (*sacculus* und Schnecke), die nur

durch eine verhältnissmässig enge Querspalte mit einander communiciren. Dieselbe befindet sich wie bei den Fischen (ausgenommen *Raja*) an dem unteren Theile der Vereinigung der die *pars superior* zum grössten Theile constituirenden Abtheilungen, der Bogengangcommissur, des *utriculus* und der Verbindungsröhre der hinteren, alleinstehenden Ampulle, und zwar aussen. Die *pars superior* verhält sich bei sämmtlichen Amphibien im Wesentlichen übereinstimmend, und der Hauptunterschied besteht nur darin, dass von *Siredon* (Fig. 13) bis zu *Rana* (Fig. 20) ein immer stärkeres Erheben der Bogengänge, eine immer stärkere Krümmung und zugleich ein näheres Zusammenrücken der vorderen und hinteren Theile durch stärkere Drehung, namentlich der hinteren Ampulle (Fig. *fr*), nach aussen vorne sich geltend macht, so dass also die Bogengänge, namentlich die verticalen bei *Siredon* (Fig. 13 *hor'*, *sag'*, *fr'*) mehr flach, bei *Triton* (Fig. 15) und *Salamandra* (Fig. 17) schon stärker, bei *Rana* (Fig. 19) noch stärker gekrümmt erscheinen und zu gleicher Zeit die Bogengänge sich immer weniger aus den betreffenden Ebenen entfernen, aus denen sie bei *Rana* etwa um 30^0 abweichen. Auch hier haben wir wieder (Fig. *hor*, *sag*) die vorderen, zusammenstehenden Ampullen, aussen die horizontale (Fig. *hor*), vorne innen die sagittale (Fig. *sag*), jene mit zungenförmiger, senkrecht stehender *crista* an der oberen äusseren Ampullenwand, diese mit einer im Wesentlichen horizontalen, quer am Boden, nur wenig an den Seitenwänden gleichmässig emporragenden Gehörleiste. Beide münden in den hinten innen und unten gelegenen *recessus utriculi* (Fig. *ru*), von dem die Röhre des *utriculus* (Fig. *u*) nach oben innen und hinten zieht. Hinten haben wir ferner die frontale Ampulle (Fig. *fr*), deren am Boden befindliche Gehörleiste sich wie in der sagittalen verhält. Die nach oben, innen und vorne ziehende Verbindungsröhre (Fig. *v*) stösst dann unter einem nach unten hin offenen, bei *Triton* (Fig. 16) und *Salamandra* (Fig. 18) am wenigsten stumpfen Winkel mit dem *utriculus* zusammen und nimmt hier von oben her die Commissur auf (Fig. *co*), die an ihrem unteren Ende aussen die Einmündung des horizontalen Ganges zeigt, welche sowohl bei den Teleostiern, wie bei den Plagiostomen und allen Amphibien oberhalb der hinteren Ampulle nach innen vorne gegen die Commissur, die bei sämmtlichen Amphibien, wie bei den Plagiostomen sehr kurz ist, umbiegt. Beifügen will ich hier, dass bei den Knochen- und Knorpelfischen und bei sämmtlichen übrigen Wirbelthieren bis zu dem Menschen empor die hintere Ampulle immer tiefer steht, wie die vorderen.

Die wichtigsten Veränderungen gehen nun mit der *pars inferior*, mit dem Sacke, respektive der Schnecke vor sich. Wir sehen den oberen Theil der *pars inferior* sich in dem Raume zwischen den vorderen Ampullen und der hinteren ausdehnen und den übrigen Theil abwärts

ragen. Der obere Theil des *sacculus* legt sich aussen etwas vor die Verbindungsröhre der frontalen Ampulle mit dem *utriculus*, unterhalb der Einmündung des horizontalen Ganges, bei *Triton* und *Salamandra* (Fig. 15. 17) mehr, wie bei *Siredon* (Fig. 13). Gleichzeitig finden wir aber, dass der *sacculus* (Fig. 13 *s*), der Hauptbestandtheil der *pars inferior*, dessen, wie bei allen bisher betrachteten Thieren, an der Innenwand gelegene *macula* nach unten und hinten von dem *recessus utriculi* liegt, relativ immer bedeutender wird und zu gleicher Zeit eine viel regelmässigere Kugelgestalt annimmt als bei den Plagiostomen, bei denen derselbe wenn auch nicht so stark, wie bei den Teleostiern, doch immer mehr in die Breite gezogen erscheint. Ferner sehen wir, dass an der Innenwand Differenzirungen auftreten, von denen man bei keinem Fische irgend eine Spur zu entdecken vermag. Wir haben freilich an dem inneren Theile der Hinterwand des *sacculus* abwärts ragend (Fig. 13 *lag*) und durch eine tiefere, untere Einschnürung wie bei den Plagiostomen abgesetzt, die Aussackung, die wir als Schnecke bezeichneten, mit ihrer *macula acustica*, allein bei *Siredon* und *Triton* (Fig. 14. 16 *pi*), bei jenen etwas kleiner und rundlich, bei diesen etwas grösser und queroval, finden wir an der Innenwand, unmittelbar unter und medianwärts von der spaltförmigen Communication mit der *pars superior* eine Ausbuchtung, zu der sich ein Nervenfädchen begiebt und die an ihrer Binnenwand hinten unten eine *macula acustica* trägt. Diese Ausstülpung der Sackinnenwand gewinnt von jetzt an eine gewisse Bedeutung. Ich will für dieselbe, in Ermangelung eines besseren, den Namen des Anfangstheils der Schnecke, wie ich denselben zuerst bei den Fröschen nannte, beibehalten. Die Grössenzunahme dieser Ausbuchtung bei *Triton* (Fig. 16 *pi*) ist begleitet von einer grösseren Selbständigkeit und Grössenzunahme der eigentlichen Schnecke (Fig. 16 *lag*), die wir jetzt als Endtheil derselben, als *lagena* oder Kuppelblindsack bezeichnen.

Sehen wir nun zu, wie diese einzelnen Ausbuchtungen sich bei den *Salamandrina* verhalten, und welchen Veränderungen der Sack selber unterliegt, so finden wir ihn (Fig. 17. 18 *v*) immerhin noch eine Ausdehnung wie bei *Siredon* und *Triton* besitzen, nur dass er noch vollkommener kuglig ist, wie bei diesen Thieren, und vor allen Dingen finden wir, dass die hinten und innen aus dem *sacculus* sich erhebende, eigentliche Schnecke (Fig. 17. 18 *lag*), die *lagena*, noch grösser ist, wie bei *Triton*, und über die Hinterwand des Sackes hinaus abwärts ragt und durch eine tiefere, untere Einschnürung ihm gegenüber abgesetzt ist. Eine wesentlichere Veränderung ist aber mit dem Anfangstheile der Schnecke (Fig. 18 *pi*), der auch hier eine *macula* trägt, vor sich gegangen. Derselbe hat sich von der Oeffnung des *sacculus* in die *pars superior* weiter nach abwärts und vor allen Dingen nach hinten geschoben und kommt somit, statt ge-

rade unterhalb des Endes der Innenwand der Bogengangcommissur, unter dem vorderen Theile der Verbindungsröhre der frontalen, hinteren Ampulle (Fig. 18 *v*) zu liegen, erscheint aber im Uebrigen wie bei *Triton* länglich oval. Da nun aber die Lage der *lagena* zum *sacculus* bei *Salamandra* im Wesentlichen unverändert geblieben ist, so hat sich gleichzeitig der Anfangstheil der Schnecke dem Endtheile, der *lagena*, genähert und liegt nach oben und vorne von derselben. Damit sind jedoch die Modificationen nicht erschöpft, sondern nach hinten und etwas nach unten vom Anfangstheile zwischen ihm und der *lagena* macht sich eine neue, rundliche Ausbuchtung des *sacculus* und zwar im Bereiche der äusseren Wand des *ductus endolymphaticus* (Fig. 18 *de*) geltend und diese (Fig. 18 *pb*) zeichnet sich dadurch aus, dass, während die Wände der beiden vorderen Ausbuchtungen ziemlich gleichmässig erscheinen, der Grund dieser zu einer zarten Membran verdünnt ist, während der übrige Theil einen verdickten, knorpelartigen Ring darstellt, an dessen hinteren Theil ein Nerv tritt, und der dann hier eine *macula acustica* zeigt. Diese Ausbuchtung ist die *pars basilaris* der Schnecke, die aus einer zarten *membrana basilaris* und dem Knorpelringe besteht.

Somit haben wir denn als einfache Ausstülpungen der inneren Sackwand sämmtliche Theile, aus denen sich die Schnecke der höheren Wirbelthiere aufbaut, ohne dass neue, wesentliche Elemente hinzutreten. Die Schnecke besteht also bei den *Salamandrina* zum ersten Male aus drei Theilen mit unter sich und von der *macula acustica sacculi* getrennten *maculae*, aus dem Anfangstheile, dem mittleren, der *pars basilaris*, und dem Endtheile, der *lagena*, alle drei hinten und innen am *sacculus* befindlich. Ueber die beiden letzteren namentlich spannt sich dann als Aussenwand die Aussenwand des Sacks. Somit hat also auch bei diesen Amphibien wie bei den Fischen nur die *lagena*, der Kuppelblindsack, eine gewisse Selbständigkeit und Unabhängigkeit gegenüber dem *sacculus*.

Dieses Verhältniss ändert sich nun aber bei den Fröschen. Sämmtliche Schneckentheile (Fig. 19. 20) werden grösser und erlangen dadurch und durch Abschnürung von der Seitenwand eine bedeutendere Selbständigkeit. Wenn dieselben auch sämmtlich fortfahren in weiter, offener Verbindung mit dem Binnenraume des *sacculus* zu stehen, so lassen sie sich dennoch, was bei den übrigen Amphibien mit Ausnahme der *lagena* nicht möglich, von der Sackinnenwand und deren *macula acustica*, die auch hier nach hinten unten von dem *recessus utriculi* liegt, isoliren. Die Grössenzunahme, namentlich des Endtheils (Fig. 20 *lag*), der *lagena* und des Anfangstheiles (Fig. 20 *pi*), hat aber weiter die Folge, dass die drei Theile, ohne im Wesentlichen ihre Lage zu verändern, einander näher rücken und dass, wenn auch die *maculae* fortfahren getrennt zu bleiben, dennoch die übrige Zellbekleidung aus einer Abtheilung in die andere

übergeht, so dass dieselben damit ein zusammenhängendes Ganze darstellen. Der Anfangstheil (Fig. 20 *pi*) liegt unter der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle am weitesten oben, dann folgt hinten und unten die *pars basilaris* (Fig. 20 *pb*) und unterhalb dieser die *lagena* (Fig. 20 *lag*). Der Anfangstheil aber und die *lagena* sind wegen ihres bedeutenden Wachsthums einander näher gerückt, als bei den Salamandrinen, und das ist ausserordentlich wichtig. Weiter finden wir als Folge der Grössenzunahme der Schneckenabtheilungen, die wesentlich dadurch entstanden, dass immer grössere Abschnitte der Sackinnen- und Hinterwand in diese Ausbuchtungen eingegangen sind, den Sack (Fig. 19. 20 *s*) in seiner Ausdehnung beschränkt. Derselbe füllt nicht den ganzen Raum zwischen den vorderen Ampullen, respektive dem *recessus utriculi* und der hinteren Ampulle aus, sondern durch die hinten, unter der Verbindungsröhre der alleinstehenden Ampulle gelagerte Schnecke wird derselbe abgedrängt, nach vorne hin gleichsam reducirt, und nur mehr unter und etwas nach aussen von dem *recessus utriculi*, dem *utriculus* selber und der Vereinigung des letzteren mit der Commissur und der Verbindungsröhre der hinteren frontalen Ampulle, nach unten und hinten von den vorderen zusammenstehenden Ampullen gelagert sein, im übrigen aber seine kugelige Gestalt beibehalten. Schliesslich sehen wir dann auch Hand in Hand mit den wichtigen Veränderungen an der Sack-Hinter- und Innenwand, mit der grösseren Selbständigkeit, die Anfangs Basilar- und Endtheil der Schnecke erlangen, und mit dem Zusammenrücken derselben zu einer zusammenhängenden Bildung eine Differenzirung in der Aussenwand des *sacculus* eintreten. Derjenige Theil der Sackaussenwand, der sich über die Oeffnungen der Schneckenabtheilungen in den Sackbinnenraum hinüberspannt (Fig. 19 *mr*), wird derber, trennt sich leichter von der übrigen, eine ausserordentlich zarte Membran repräsentirenden Wandung und bildet gleichsam eine den Schneckenraum deckende, immerhin aber mit der eigentlichen Sackaussenwand continuirlich in Verbindung stehende Schale. Damit sehen wir denn zum ersten Male eine Andeutung einer selbständigen Aussenwand der *cochlea* auftreten, eine *membrana Reissneri*. Der Schneckenbinnenraum also, zwischen der *membrana Reissneri*, der modificirten Sackaussenwand und den drei Ausbuchtungen befindlich, ist innen durch diese, aussen durch jene, hinten durch die Vereinigung der Reissnerschen Haut mit dem hinteren äusseren Rande der drei Schneckenabtheilungen, und unten blindsackartig durch die tief abgeschnürte *lagena* geschlossen, steht aber vorne oben weit gegen den Binnenraum des *sacculus* offen, der dann wieder, wie schon beschrieben, durch die Querspalte mit dem Binnenraume der *pars superior* communicirt.

Was nun die Form der einzelnen Schneckenabtheilungen betrifft, so

hat sich die *lagena* (Fig. 20 *lag*), abgesehen davon, dass sie grösser und stärker abgeschnürt ist, nicht geändert und trägt ihre *macula*, wie bei den übrigen Amphibien, an der Innenfläche. Dagegen sehen wir die *pars basilaris* (Fig. 20 *pb*) viel deutlicher ausgeprägt, als bei den *Salamandrina* und etwas grösser, und wenn ich nicht ganz vollkommen sicher bin, ob dieser Theil beim Salamander einen Nerven bekommt und somit eine *macula* trägt, wie ich es glaube, so ist jedenfalls bei den Fröschen ein solcher Nervenast und eine *macula* vorhanden, und zwar begiebt sich der Nerv, der aus dem mit dem *sacculus* nach vorne getriebenen *ramus sacculi* kommt, an die vordere Hälfte des ringförmigen Knorpels, der somit an seiner Innenfläche die *macula* trägt, während die hintere Hälfte und die *membrana basilaris* frei bleibt. Demnach können wir an der *pars basilaris*, an dem Knorpelringe einen vorderen Nervenknorpel und einen hinteren, indifferenten unterscheiden, welchem letzteren wir aus vergleichend anatomischen Gründen den Namen des *ligamentum spirale*, des dreieckigen Knorpels, beilegen wollen. Am meisten modificirt erscheint die obere Ausstülpung der Sackinnenwand, der Anfangstheil der Schnecke (Fig. 20 *pi*), von dem ich nur bemerken will, dass derselbe bei den Fröschen mit seiner oberen Wand an die untere der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle festgewachsen ist. Derselbe ist einmal stark in die Quere und dann auch nach oben und unten gewachsen und wird dadurch, wie bereits erwähnt, der *lagena* mehr genähert, als das bei den *Salamandrina* der Fall. Gleichzeitig wird er in zwei Hälften, eine vordere und hintere, getheilt, und zwar dadurch, dass eine Knorpelbrücke, die zur Aufnahme des wie bei den übrigen Amphibien herantretenden Nervenastes dient, die Oeffnung gegen den Binnenraum des *sacculus* in der Mitte überwölbt und den Nerven statt an die untere hintere Wand desselben gegen die obere leitet, die dann die *macula acustica* trägt.

Nach dieser Schilderung der für das Verständniss, namentlich der Schnecke der höheren Wirbelthiere, so überaus wichtigen morphologischen Verhältnisse des häutigen Labyrinthes der Amphibien wenden wir uns jetzt zur Classe der Reptilien, von denen ich die Schlangen, Blindschleichen, Eidechsen, Schildkröten und Crocodile untersucht. Auch bei ihnen (Fig. 21—27) theilt sich das Gehörbläschen in eine *pars superior* und *inferior* mit denselben Bestandtheilen, wie bei den meisten Fischen und bei den Amphibien, allein, während wir in der letzteren Classe eine immerhin relativ beträchtliche, spaltförmige Communication zwischen den beiden Abtheilungen finden, die viel bedeutender als bei den Fischen ist, so sehen wir dieselbe bei den Reptilien, wenn auch an derselben Stelle, wo sie bei den niederen Classen befindlich, dennoch beträchtlich enger werden und sich auf eine ungemein feine Oeffnung reduciren. Diese steht wie bei den Fischen der immerhin engen Oeffnung des *ductus*

endolymphaticus bedeutend an Weite nach, so dass also *pars superior* und *inferior*, der Bogengangapparat, das eigentliche Labyrinth, und Schnecke und Sack fast vollkommen abgetrennt erscheinen. Ferner finden wir, dass, während die *pars superior*, wie bei den bisher betrachteten Classen, nur geringe Modificationen in ihren einzelnen Elementen erfährt, die *pars inferior* dagegen, Schnecke und Sack wieder beträchtliche Veränderungen zeigt, die sich dahin präcisiren lassen, dass die Schnecke von den Schlangen bis zu den Crocodilen immer mehr und mehr auswächst, wie wir das schon durch die ganze Reihe der Fische und Amphibien beobachtet, während der von den Batrachiern bis zu den Schlangen reducirte Sack (Fig. 19—22) bis zu den Eidechsen (Fig. 23. 24 *s*) immer mehr sich entwickelt, und dann bei den Schildkröten und Crocodilen (Fig. 25—27 *s*) wieder reducirt erscheint. Ich will zunächst wie bei den Amphibien die *pars superior* in allen Abtheilungen schildern, dagegen wird die *pars inferior* Gegenstand einer besonderen Betrachtung sein.

Die *pars superior* besteht wieder, wie bei den bisher betrachteten Thieren, aus den drei Ampullen, den zugehörigen Bogengängen, dem *recessus utriculi*, dem *utriculus* selber, der Commissur der Bogengänge und der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle. Von den drei Ampullen liegen zwei vorne, die horizontale (Fig. *hor*) aussen, die sagittale (Fig. *sag*) innen vorne, und beide liegen zugleich etwas höher, als die hintere (Fig. *fr*) frontale. Der Abstand derselben ist bei den Schlangen, Eidechsen und Crocodilen ein beträchtlicherer, als bei den Schildkröten (Fig. 25), bei denen dieselben gedrängter zusammenstehen. Die *crista acustica* der horizontalen ist, wie bei den bisher betrachteten Vertebraten, zungenförmig, quer an der oberen und äusseren Wand der Ampulle gelagert, nimmt dagegen in den beiden verticalen die Mitte der unteren Fläche, den Boden, ein und ragt gleichmässig etwas an den Seitenwänden empor. Sie ist einfach bei den Schildkröten, wie bei den Fischen und Amphibien, bei den Crocodilen zeigt sie dagegen an der Mitte der Seitenwände schwache Leisten, die, bei den Schlangen, Blindschleichen und Eidechsen höher geworden, den *cristae* der verticalen Ampullen eine Kreuzgestalt geben (*septum cruciatum* nach Steifensand). Die verticalen Bogengänge sind bei den Schlangen und Crocodilen (Fig. 21. 27 *sag' fr'*) flach, bei jenen mehr, bei diesen weniger, bei den Blindschleichen, Eidechsen und Schildkröten (Fig. 23. 25 *sag' fr'*) dagegen gekrümmter und zwar am stärksten bei den Schildkröten, bei denen (Fig. 25) sie aber zugleich kürzer erscheinen, da der Abstand der vorderen Ampullen von der hinteren, wie erwähnt, beträchtlich geringer, als bei den übrigen Reptilien, und somit die Ampullen der Commissur bedeutend mehr genähert sind. Unter einem mehr oder minder spitzen (am spitzesten bei den Schildkröten), nach oben hin offenen Winkel gehen die verticalen Bogengänge in

die Commissur (Fig. 22. 24. 26. 28 *co*) über, die bei den Schlangen (Fig. 22 *co*) am kürzesten, bei den übrigen Reptilien etwas länger erscheint und zu gleicher Zeit bei den Schildkröten (Fig. 26 *co*) eine ziemlich weite Röhre darstellt. Sie nimmt am unteren Ende von aussen her das ampullenförmig erweiterte Ende des horizontalen Ganges (Fig. *hor'*) auf. Die Einmündung ist, und zwar bei den Eidechsen am ausgeprägtesten, nach innen und abwärts gerichtet. Die Bogengänge weichen, wie bei den Amphibien, sämmtlich um etwa 30° aus den entsprechenden Ebenen. Von allen drei Bogengängen erscheint nicht blos bei den Reptilien, sondern auch bei sämmtlichen bisher betrachteten Wirbelthieren, ausgenommen die *Cyclostomen*, der sagittale Bogengang länger, als der frontale. Die Verbindungsröhre der hinteren, alleinstehenden Ampulle (Fig. 22. 24. 26. 28 *v*) ist länger bei den Schlangen, Blindschleichen und Eidechsen, bei letzteren mehr wie bei ersteren, ähnlich wie es unter den Amphibien mit *Siredon*, *Triton* und *Salamandra* der Fall, etwas kürzer bei den Crocodilen (Fig. 28 *v*), am kürzesten bei den Schildkröten (Fig. 26 *v*), wie unter den Amphibien bei den Fröschen, und verbindet sich bei den Schlangen, wie bei den niederen Amphibien, unter einem nach unten hin offenen, stumpfen Winkel, der bei den Blindschleichen und Eidechsen viel spitzer erscheint, bei den Crocodilen aber wieder viel abgeflachter ist und bei den Schildkröten ganz flach, wie bei den Fröschen sich darstellt, mit dem hinteren Ende des nach innen hinten, eventuell nach oben gehenden *utriculus* (Fig. 22. 24. 26. 28 *u*). An der Vereinigung beider sehen wir von oben her die Commissur der Bogengänge münden. Der *recessus utriculi* liegt an der Unterfläche des vorderen, äusseren Endes des *utriculus* (Fig. *ru*) medianwärts, hinten und unten von den vorderen Ampullen, die sich entweder beide in denselben öffnen, immer aber vorzugsweise die sagittale, oder die sagittale öffnet sich mittelst einer schmalen Spalte, wie bei den Crocodilen, allein in denselben, nachdem sie vorher die horizontale aufgenommen.

Sehen wir nun bei den Fröschen die drei Theile der Schnecke, Anfangstheil, *pars basilaris*, Endtheil oder die *lagena* dicht zusammengedrängt, am hinteren Ende des *sacculus* nach aussen hin von einer aus der Sackaussenwand differenzirten *membrana Reissneri* überlagert, aber immer noch jeden für sich eine Vertiefung an der Sackwand darstellen und weit offen gegen das *lumen* des Sacks stehen, jedoch durch die Entwicklung dieser Theile den Sack bereits reducirt, so ist das in einem noch höheren Masse bei den Schlangen der Fall. Zugleich sind aber die Schneckentheile so ausgewachsen, dass sie bei sämmtlichen Reptilien mit ihrem Endtheile, der *lagena* (Fig. *lag*) an der Hinterwand des *sacculus* (Fig. *s*) abwärts ragen, wie es ähnlich bereits mit der einfachen Schnecke der Fische, namentlich der Plagiostomen, die der *lagena* oder

dem Kuppelblindsacke der höheren Wirbelthiere homolog, der Fall war. Mit diesem Auswachsen ist zugleich eine stärkere Abschnürung der Theile von der Hinterwand des *sacculus* verbunden und nimmt man nun noch hinzu, dass der bei den Fröschen mit der Unterwand der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle verwachsene Schneckenanhang bei den Reptilien durch eine tiefe Incisur von derselben getrennt ist, so dass derselbe und somit die ganze Schnecke noch weiter abwärts von der *pars superior* zu liegen kommt, so haben wir damit wieder das reine Verhältniss, welches die Schnecke der Fische, das Homologon der *lagena* der höheren Wirbelthiere, zum Sack zeigte, dass nämlich sämmtliche Schneckentheile der Reptilien mit ihren *maculae acusticae* nach unten hinten von demselben und seiner *macula* zu liegen kommen, die dann trotz aller Formverschiedenheit wieder nach unten hinten von der *macula* des *recessus utriculi* liegt. Die sämmtlichen Theile der Schnecke sind somit viel weiter von der *pars superior*, namentlich der hinteren, frontalen Ampulle und deren Verbindungsröhre entfernt, als es bei den Amphibien der Fall war. Mit der wachsenden Selbständigkeit der aus der Sackinnenwand differenzirten *partes cochleae* wächst dann aber zugleich auch die Selbständigkeit der aus der Sackaussenwand gebildeten, dieselbe über die Schnecke fortsetzenden *membrana Reissneri* (Fig. *mr*) und begreiflicherweise die Selbständigkeit des Schneckenbinnenraumes, dem wir bei diesen Thieren zum ersten Male als zusammenhängender Räumlichkeit, als *scala media s. cochlearis*, begegnen werden.

Was zunächst die Schlangen betrifft (Fig. 21. 22), so finden wir, wie eben erwähnt, dass Hand in Hand mit der Ausbildung der Schnecke der Sack (Fig. 21. 22 *s*) noch weiter reducirt ist, als bei den Fröschen. Derselbe steht mittelst des wie bei den Amphibien bei allen Reptilien an dem äusseren Theile der Unterwand der Vereinigung des *utriculus* mit der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle befindlichen *foramen sacculo-utriculare* mit der *pars superior* in Verbindung und überragt mit seinen oberen Theilen ein wenig die Aussenfläche der *pars superior*, namentlich der Vereinigung der dieselbe zusammensetzenden Röhren. Er ist mehr oval, einigermassen platt, steht schräge von oben hinten, nach unten vorne und reicht vom äusseren Theile der Unterfläche des *utriculus*, bis zum *recessus*. Seine *macula* befindet sich gewöhnlich am unteren Theile der Innenwand. Die etwas stärker gewölbte Aussenwand ist, wie bei allen bisher betrachteten Thieren, ausserordentlich zart. Bei den Blindschleichen und Eidechsen, die vollkommen identische Verhältnisse zeigen, ein fernerer Beweis, dass *anguis fragilis* den Eidechsen näher steht, als den Schlangen, finden wir dagegen den *sacculus* (Fig. 23. 24 *s*), ohne dass sich damit die Lage der Oeffnung in die *pars superior* wesentlich ändert, wie bei keinem anderen Wirbelthiere, namentlich nach

oben hin, kolossal ausgewachsen und nahezu eine kuglige Blase bilden, die sich unterhalb der Unterfläche der *pars superior* nach oben hin in dem ganzen Umfange des horizontalen Bogenganges bis an das Commissurenende der verticalen Bogengänge, lateralwärts von der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle, dem Ende des horizontalen Ganges der Commissur und dem *utriculus* ausdehnt. Dabei bleibt die *macula* immer noch wie bei den Schlangen, Amphibien und den Fischen unterhalb des *foramen sacculo-utriculare* am unteren Theile der Innenwand, nach unten und hinten von der *macula utriculi* gelagert. Bei den Schildkröten (Fig. 25 *s*) erscheint der *sacculus* mehr dem der Schlangen ähnlich und liegt mit seinem oberen Theile ebenfalls nach aussen von dem unteren Theile der Aussenwand der *pars superior*, dehnt sich aber nach unten hin weiter als bei den Schlangen aus. Er ist nicht länger oval, sondern rundlich, aber etwas von aussen nach innen abgeplattet und sein grösster Durchmesser entspricht dem Abstande zwischen den vorderen Ampullen und der hinteren, namentlich bei *Testudo*, weniger schon, und das ist wiederum ein Zeugniss für die niedrigere Stellung in der Thierreihe, bei *Chelonia midas*. Bei ihnen beträgt der grösste Durchmesser kaum $^3/_4$ des Abstandes. Auch hier befindet sich die *macula* wieder am unteren Theile der Innenwand und der Aussenwand. Relativ kleiner erscheint schon der *sacculus* bei den Crocodilen (Fig. 27. 28 *s*), ist aber mehr kuglig und noch weiter in die Breite gedehnt, wie bei *Testudo graeca*, aber niedriger. Sein Querdurchmesser entspricht dem Abstande der Ampullen und er überlagert, wie bei den Schlangen und Schildkröten, mit seinem oberen Theile ebenfalls den unteren Theil der Aussenfläche der *pars superior*.

Die Schnecke nun, die interessanteste Abtheilung des häutigen Gehörorganes, bietet die meisten Modificationen dar, und in dem Ausdrucke die Schnecke, im Gegensatze zu den Schneckenabtheilungen der Amphibien, liegt zum Theil schon die Grundmodification, der wir zuerst bei den Schlangen begegnen, angedeutet, das Verschmelzen der bei den Fröschen immerhin noch von einander gesonderten, wenn auch nahe aneinander liegenden Schneckenabtheilungen zu einem Ganzen und der Vereinigung der drei gesonderten Binnenräume der Ausbuchtungen der inneren Sackwand bei diesen Thieren zu einem einzigen Raume, der *scala cochlearis* oder *media*, die mittelst einer Oeffnung mit dem *lumen* des *sacculus* communicirt. Somit ist die einheitliche Schnecke der Reptilien nicht mit der der Fische zu verwechseln, die, wie ich bereits hervorgehoben, nur einen Theil der der Reptilien darstellt, ein Homologon des Schneckenendes, der *lagena* oder des Kuppelblindsackes ist, der sich bei den Wirbelthieren im Laufe der Entwicklung zuerst aus dem Labyrinthbläschen, *in specie* aus dem *sacculus* differenzirt. Auf welche Weise verschmelzen nun aber die drei Schneckenabtheilungen der Frösche zu

der einen Schnecke bei den Schlangen, ganz abgesehen von den Veränderungen in der Form, denen jede einzelne unterliegt? Bemerken will ich von vorne herein, um Missverständnissen vorzubeugen, dass ich durchaus nicht der Meinung huldige, dass sich während der Entwicklung der Schlangen zuerst aus der Sackwand die drei Abtheilungen der Schnecke wie bei den Fröschen etwa bilden und nachträglich zu einer Masse verschmelzen, ich gebrauche diese Ausdrucksweise nur, weil ich glaube, dass dadurch die immerhin complicirten Verhältnisse klarer werden. Ich bin mir sehr wohl bewusst, dass sich der zusammenhängende Schneckenraum auch zusammenhängend aus dem Sacke entwickelt und sich erst dann differenzirt, womit uns aber, meiner Meinung nach, vergleichend anatomisch für das Auffinden der Homologien nicht sonderlich gedient ist.

Wir fanden bei den Fröschen (Fig. 20) die drei Abtheilungen so gelagert, dass oben unter der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle der Anfangstheil (*pi*) und nach hinten und etwas nach unten davon die *pars basilaris* (*pb*) gelagert war, während gerade nach unten von dem ersteren die *lagena*, der Endtheil (*lag*) sich fand, der, wenn er auch nicht unmittelbar an den Anfangstheil stiess, doch demselben ausserordentlich nahe lag. Das ist nun in einem noch viel höheren Grade bei den Schlangen der Fall, da der Anfangstheil (Fig. 21 *pi*) besonders stark nach abwärts gewachsen ist, und zwar in einem so hohen Grade, dass derselbe einmal nach unten hinten die *pars basilaris* (Fig. 21. 22 *pb*) berührt und von ihr nur durch einen starken, ziemlich senkrechten Kamm getrennt wird (siehe Taf. XXX), dann aber auch nach unten an die *lagena* (Fig. 21. 22 *lag*) stösst und mit derselben so innig verschmilzt, dass nicht einmal eine niedrige Leiste die beiden trennt, sondern der Binnenraum des einen in den Binnenraum des anderen continuirlich übergeht und sogar die bei den Fröschen getrennten Nervenäste und *maculae* zu einem, respektive zu einer verschmelzen. Ganz dasselbe findet dann auch mit der *lagena* und der *pars basilaris* statt. Letztere dehnt sich ebenfalls nach unten hin aus, stösst an den Endtheil und der Binnenraum des einen öffnet sich in den des anderen ohne Grenze, allein es findet damit keine Vereinigung der beiden *maculae* statt, eben so wenig wie der Nervenäste, so dass also die Schnecke zwei Zweige, einen für den Anfangstheil und die *lagena* und deren *macula* und einen für die *pars basilaris* und deren Gehörfleck, besitzt. Somit sehen wir denn, dass die hintere Abtheilung der Schneckenbasis der Schlangen, der *pars basilaris* der höheren Amphibien, die vordere, durch eine niedrige, senkrechte Leiste getrennte, dem Anfangstheile der Schnecke der Amphibien und die untere continuirlich mit dem Anfangstheile verbundene Spitze der *lagena* der Amphibien, der Schnecke sämmtlicher Fische, die eine solche

besitzen, homolog ist. Was nun die Formverschiedenheit der Theile gegenüber denen der *Salamandrina* und *Batrachia* betrifft, so finden wir, dass der Anfangstheil nicht von einem Nerven überbrückt wird, sondern der Nerv geht an der Innenwand desselben entlang und er bildet eine einfache, in die Aushöhlung der *lagena* sich fortsetzende Schale unterhalb der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle und ist durch eine mächtig vorspringende Leiste vom hinteren Theile der Sackinnenwand (Taf. XXX) abgesetzt. Die hinter und etwas unterhalb desselben gelegene *pars basilaris* (Fig. 21. 22 *pb*), die hintere Abtheilung des oberen Theiles der Schnecke, die Basis erscheint freilich nicht als ein Knorpelring, in dessen Lichtung die Basilarmembran ausgespannt ist und an dessen vordere Hälfte, den Nervenknorpel, der Nerv zieht, während die hintere, der dreieckige Knorpel, das *ligamentum spirale* frei ist, sondern sie stellt mehr einen Knorpelrahmen mit ovaler Lichtung dar, dessen Längsaxe von oben hinten nach unten vorne geht, und dem entsprechend ist der Nervenknorpel vom dreieckigen, dem Spiralligament, deutlicher differenzirt. Zugleich bemerkt man, dass sich die *macula* (Taf. XXX) nicht blos an den Bereich der Binnenfläche des vorderen Nervenknorpels hält, sondern sich auch mit den Nervenfasern auf das anschliessende Drittel der Basilarmembran erstreckt, und das werden wir später als ausserordentlich wichtig erkennen. Die Schnecke öffnet sich nur mittelst der *pars basilaris* und des Anfangstheils, also an der Schneckenbasis in das Sacklumen, dessen zarte Aussenwand über die beiden soeben genannten Theile als Reissnersche Membran sich hinüberspannt, so dass der Schneckenbinnenraum nach aussen abgeschlossen ist, aber nicht blos aussen, sondern auch hinten, da die *membrana Reissneri* sich an den hinteren, dreieckigen Knorpel der *pars basilaris*, das *ligamentum spirale* und an den oberen Rand der *lagena* anheftet und in diesen übergeht. Das Schneckenlumen, die *scala media*, communicirt also nur vorne oben mit dem Sacke und wird nach aussen durch die *membrana Reissneri* und die Aussenwand der *lagena* von der *scala vestibuli*, wie wir sie in einer früheren Abhandlung kennen gelernt haben, nach innen von der *scala tympani* durch den Basilartheil der Schnecke, der Basilarmembran, dem Anfangstheile und der Innenwand der *lagena* abgeschlossen.

Ganz dieselben Verhältnisse der Schnecke finden wir bei der Blindschleiche und das ist interessant, da alle übrigen Theile mit denen der Eidechsen übereinstimmen. Namentlich die *pars basilaris* hat eine Gestalt wie bei den Schlangen und die Basilarmembran ist nicht getheilt, aber die *scala cochlearis*, das Schneckenlumen communicirt nicht, wie bei den Schlangen mit dem Inneren des *sacculus*, sondern wie bei den Eidechsen (Taf. XVII, Fig. 27 *c*) und das ist ebenfalls für die Stellung der Blindschleiche zu den *Lacertina* von Bedeutung, durch eine enge

Oeffnung und damit ist dann ein weiterer Fortschritt gegenüber den Schlangen gegeben, der sich bei den Eidechsen an der Schnecke noch weiter geltend macht. Bei diesen Thieren sind alle Theile grösser (Fig. 23. 24), verlängern sich nach unten, und somit erscheint die Schnecke dem *sacculus* gegenüber selbständiger. Zudem tritt aber ein Unterschied darin zu Tage, dass die weiter ausgedehnte Basilarmembran durch eine quere Knorpelbrücke in zwei Abtheilungen, eine obere und untere, getheilt wird (Fig. 23 *pb*), ein Verhalten, wie es in der Eigenthümlichkeit bei keinem anderen Wirbelthiere vorkommt. Im Uebrigen sind die Verhältnisse der Schneckenabtheilungen, der Nerven, der *maculae acusticae*, der Knorpel der *pars basilaris* identisch mit den soeben ausführlich bei den Schlangen geschilderten, insofern der Anfangstheil (Fig. 24 *pi*) und die *lagena* (Fig. 24 *lag*) eine gemeinsame *macula* (Taf. XVII, Fig. 25 *p*), die *pars basilaris* eine abgesonderte, auf die Basilarmembran ragende, besitzt (Taf. XVII, Fig. 25 *g*).

Die Schnecke der Schildkröten (Fig. 25. 26) bietet uns bereits ein anderes, dem Typus der am höchsten stehenden Wirbelthiere genähertes Bild dar. Was zunächst das Verhältniss zum *sacculus* betrifft, so finden wir die Schnecke noch selbständiger von der hinteren Sackwand abwärts ragen und grösser als bei den Eidechsen; allein die Communication, die bei diesen Thieren eng war, ist wieder weiter geworden. Die Hauptveränderung an der Schnecke besteht darin, dass die bei den anderen Reptilien vorkommende Trennungsleiste zwischen der hinteren und vorderen Abtheilung der *pars basilaris* und dem Schneckenanfangstheile verschwunden und somit die beiden Abtheilungen zu einer vereinigt sind. Gleichzeitig dehnt sich aber die *membrana basilaris* über den Anfangstheil aus und die *macula* der *pars basilaris* (Fig. 26 *pb*), die bei den niederen Reptilien von der des Anfangstheils getrennt war, vereinigt sich mit dieser und somit auch mit der der *lagena* (Fig. 25. 26 *lag*). Dabei ist dann zu bemerken, dass bereits die zur *lagena* gehenden Nervenfasern eine gewisse Selbständigkeit bekommen und zu einem *ramus lagenae* zusammentreten. So besteht bei den Schildkröten die Schnecke nur aus der mit dem Sacklumen vorne oben durch eine weite Oeffnung communicirenden *pars basilaris* (Fig. 26 *pb*) und einer knorpeligen, geschlossenen *lagena* (Fig. 25. 26 *lag*). Die *lagena* ist ein wenig grösser geworden und trägt wie gewöhnlich ihre Nervenausbreitung an der Innenwand. Die *pars basilaris*, ebenfalls länger geworden, besitzt wieder die Gestalt eines Knorpelrahmens (Fig. 26 *pb*), der oben bogenförmig geschlossen (Vorhofsblindsack) unten in die Innenwand der *lagena* übergeht. In der Lichtung desselben zwischen dem vorderen und hinteren Knorpel bis herunter zur *lagena* spannt sich dann die *membrana basilaris*, die ebenfalls länger und breiter geworden. An den vorderen, den Nervenknor-

pel, tritt wie bei den übrigen Reptilien der Nerv und dieser trägt die *macula*, die sich ebenfalls auf das anschliessende Drittel der Basilarmembran erstreckt, der hintere trägt keine Nerven und Nervenepithelien. Es ist der dreieckige, oder das *ligamentum spirale*. Im Uebrigen spannt sich gerade wie bei den anderen Reptilien die Fortsetzung der Sackaussenwand, die zarte *membrana Reissneri*, über die *pars basilaris* aussen hinüber und findet hinten am *ligamentum spirale*, unten an dem oberen Rande der Aussenwand der knorpligen *lagena* ihre Anheftung, hat aber auch bereits vorne eine Befestigung an den unteren Theil des Nervenknorpels der *pars basilaris*, der bereits durch einen tiefen Einschnitt von dem hinteren Theile der Sackhinterwand (Taf. XII, Fig. 19 *b*, Fig. 20. 21) abgetrennt ist und den man füglich jetzt nach Analogie mit dem Menschen als *limbus spiralis cartilagineus* bezeichnen kann. Somit sehen wir denn, wie die Schneckenbasis nur oben mit der Sackwand continuirlich zusammenhängt.

Eine unendlich viel grössere Selbständigkeit bekommt die Schnecke, und namentlich die mächtig ausgewachsene *pars basilaris* gegenüber dem *sacculus* bei den Crocodilen (Fig. 27. 28). Die *cochlea* communicirt nicht länger mittelst einer einfachen Oeffnung mit dem hinteren unteren Theile des Sacklumen, sondern die Schnecke ist in allen ihren Theilen vollkommen von ihm abgeschnürt, die Verbindung der oberen Vereinigung der beiden Schneckenknorpel (Vorhofsblindsack) mit der Sackinnenwand, der *membrana Reissneri* mit der Sackaussenwand also vollkommen gelöst und nur indirekt vorhanden und zwar durch Vermittlung der Communication, die zu einer vom hinteren unteren Theile des *sacculus* ausgehenden, horizontalen, nach aussen und etwas nach hinten gewandten Röhre, dem *canalis reuniens*, geworden ist, und die von jetzt an bei den Wirbelthieren als constante Bildung auftritt. In diese gehen die Sackaussen-, -innen-, -ober- und -unterwand gleichmässig über, sich verdünnend, respektive verdickend. Die Schnecke selbst, die bereits bei den übrigen Reptilien mit der Spitze, der *lagena*, eine leichte hakenförmige Biegung nach hinten zeigt, somit in der unteren Partie schwach nach vorne convex, nach hinten leicht concav ist, zeigt bei den Crocodilen (Fig. 27. 28) diese Krümmung auf das deutlichste in der ganzen Ausdehnung, allein gleichzeitig eine spiralige Drehung (Halbspirale) und zwar derartig, dass, wenn die *membrana Reissneri*, wie bei den übrigen Reptilien, in dem oberen Theile der Schnecke nach aussen sehend gedacht wird, sie an dem unteren mit der Aussenwand der *lagena* (Fig. 27. 28 *lag*) nach hinten sieht. Nun bekommt freilich die sichelförmig nach hinten unten gekrümmte Schnecke nicht diese so ausgeprägte, der der übrigen Reptilien entsprechende Stellung (*membrana Reissneri* aussen, *membrana basilaris* innen, Nervenknorpel vorne und viereckiger Knorpel,

ligamentum spirale, hinten), sondern wegen der Krümmung des *canalis reuniens* statt nach hinten unten, nach aussen wird wenigstens der obere Theil der *membrana basilaris* nach aussen hinten (Fig. 27 *pb*), der untere mit der Innenwand der *lagena* gerade nach hinten gedreht, während dem entsprechend der obere Theil der *membrana Reissneri* (Fig. 28 *mr*), die hier als quergefaltete Membran, *tegmentum vasculosum,* erscheint, nach vorne innen, der untere mit der Aussenwand der *lagena* nach vorne gekehrt, während der Nervenknorpel, der *limbus spiralis cartilagineus* wesentlich hinten innen, der dreieckige, das Spiralligament, vorne aussen liegt. Die *pars basilaris* ist beträchtlich länger geworden (Fig. 27. 28 *pb*), dem entsprechend auch die Basilarmembran. Diese ist aber auch relativ breiter, wie bei den Schildkröten und beginnt an der Einmündung des *canalis reuniens,* unterhalb dessen die Vereinigung der Knorpel zur Bildung der ersten Andeutung eines Vorhofsblindsackes vor sich geht, und endet an der *lagena,* die jedoch an Grösse nicht zugenommen hat (Fig. 27. 28 *lag*). Gleichzeitig mit der Ausdehnung der *pars basilaris* und somit des Nervenknorpels hat dann auch natürlich die Ausdehnung des Nerven und der *macula,* die auch hier das anschliessende Drittel der Basilarmembran einnimmt, zugenommen, und diese setzt sich in die *lagena* fort, deren Nerv gegenüber dem der *pars basilaris* jetzt selbständiger erscheint.

Das Gehörorgan der Crocodile bildet nun den unmittelbarsten Uebergang zu dem der Vögel, wie das von *Siredon* den schönsten Uebergang von den Fischen, namentlich den Teleostiern, zu dem der Amphibien zeigt und die Aehnlichkeit, namentlich in dem wichtigen Bestandtheile der Schnecke (Fig. 29. 30), ist so gross, wie sonst nirgends zwischen zwei Wirbelthierclassen, mit Ausnahme vielleicht zwischen Vögeln und Monotremen, welche letztere zu untersuchen ich leider keine Gelegenheit hatte. Ich finde, wie das überhaupt aus dem Verhalten der übrigen Organe bei den Vögeln zu erwarten, im Ganzen nur geringfügige Unterschiede in der Gestalt des häutigen Labyrinthes, die sich wohl dahin präcisiren lassen, dass diejenigen Vögel, welche ein offenes *foramen rotundum* besitzen (*natatores*), also diejenigen, die wir als tiefer stehend erkannt haben, eine relativ kürzere, weniger entwickelte, schwächer gekrümmte Schnecke zeigen, als die mit geschlossenen (*Grallatores, Columbae e. g.*), und da die Schnecke gerade der Theil des Gehörorganes ist, der durch die Wirbelthierreihe hindurch allmählig immer höher sich ausbildet, niemals aber Rückschritte in der Entwicklung macht, so ist auch dieses Verhältniss für den Rang unter den Vögeln wichtig. Im Uebrigen begegnen wir hier wieder denselben Hauptbestandtheilen, wie bei den übrigen Wirbelthieren, der *pars superior,* dem eigentlichen Labyrinthe oder Bogenapparate und der *pars inferior* (*sacculus* und Schnecke),

und beide besitzen an derselben Stelle, wie bei den übrigen Vertebraten, eine enge Communication in Gestalt einer engen, am äusseren Theile der Unterfläche der Vereinigung der Bogengangcommissur (Fig. 30 *co*) mit dem *utriculus* (Fig. 30 *u*) und der Verbindungsröhre der hinteren, alleinstehenden Ampulle (Fig. 30 *v*) befindlichen Röhre. Während wir nun bei den bisher betrachteten Wirbelthierclassen im grossen Ganzen die *pars inferior* unter der oberen Abtheilung liegen sehen, finden wir dagegen bei den Vögeln aus Gründen, die ich weitläufiger in der vergleichend anatomischen Betrachtung der Gehörkapsel in meiner Arbeit über das Gehörorgan der Frösche auseinandergesetzt, die *pars superior* nach oben hinten und aussen, die *pars inferior*, vorzüglich die Schnecke, als Haupttheil nach unten vorne und innen gewandt, ein Verhältniss, das bekanntermassen bei den Säugern und dem Menschen einen deutlicheren Ausdruck bekommt. Demgemäss möge man meine Figuren 29—32, die ich der besseren Uebersicht der Theile wegen wie die Gehörorgane der niederen Wirbelthiere gezeichnet, betrachten.

Diese Stellung manifestirt sich in der oberen Abtheilung, die wir zunächst wieder betrachten wollen, darin, dass die schon bei den Teleostiern, Ganoiden, Plagiostomen, Amphibien und Reptilien etwas höher als die hintere stehenden vorderen, zusammenliegenden Ampullen weiter nach oben rücken, die Bogengangcommissur von oben hinten nach vorne unten zu stehen kommt, während die Verbindungsröhre der alleinstehenden Ampulle steiler nach oben, vorne, innen in die Höhe steigt, der *utriculus* dagegen nahezu horizontal zu liegen kommt. Ferner kann das Dach der Ampullen, über das sich die Bogengänge hinüberschlagen, nicht wie bei den übrigen Thieren, nach oben wie an der verticalen, respektive nach innen wie an der horizontalen kehren, der Boden dem entsprechend nach unten, respektive aussen, sondern an den verticalen (Fig. 29 *sag fr*) nach aussen, oder der Boden nach innen, an der horizontalen nach unten, der Boden nach oben gewandt sein und somit gegen die Schädelhöhle sehen. Die Ampullen, von denen die horizontale (Fig. 29 *hor*) und die sagittale (Fig. 29 *sag*) vorne oben in der angegebenen Lage befindlich sind, während die frontale hinten unten (Fig. 29 *fr*) isolirt dasteht, sind nun ferner nicht, wie bei den Reptilien, durch einen mehr oder minder weiten Zwischenraum von einander getrennt, sondern im Gegentheil einander ausserordentlich genähert, in weit höherem Grade, als das bei den Schildkröten der Fall war. Sie sind gleichsam nach aussen hinten, respektive nach aussen vorne einander entgegen gedrängt, so dass nicht blos die Verbindungsröhre der alleinstehenden, frontalen Ampulle (Fig. 30 *v*) und der *utriculus* (Fig. 30 *u*) wie bei den Reptilien in einen nach unten und etwas nach vorne innen offenen, stumpfen Winkel zusammenstossen, sondern auch winklig gegen die Schädelhöhle hin, also

medianwärts zusammentreffen, und zwar unter einem viel spitzeren Winkel, als das bei den bisher betrachteten Wirbelthieren der Fall, denen diese Form der Vereinigung auch nicht fehlt. Dadurch kommt es denn, dass einmal die Bogengänge viel stärker gekrümmt verlaufen, als bei den niedriger stehenden Vertebraten und dass sie sowohl, wie die Ampullen viel weniger aus den entsprechenden Ebenen weichen, als bisher. Die Winkel mit der horizontalen, frontalen und sagittalen Ebene mögen im Allgemeinen etwa 20⁰ betragen. Die verticalen Ampullen zeigen an dem nach innen unten gewandten Boden, wie bei den anderen Wirbelthieren gleichmässig ein wenig an den Seitenwänden emporragend, die queren *septa cruciata*, die kreuzförmigen Gehörleisten, die ja in gleicher Gestalt bei den Schlangen und Eidechsen vorkommen, während die horizontale wie bisher an der oberen äusseren Wand eine einfache, zungenförmige, quere *crista acustica* aufweist. Was die Bogengänge betrifft, so ist der ungeheuer lange, stark und Sförmig gekrümmte, nach hinten verlaufende, sagittale Bogengang (Fig. 29 *sag'*), da die sagittale Ampulle am weitesten nach oben liegt, nicht einfach wie bei den niederen Wirbelthieren vorne, sondern wesentlich oben gelagert, während der viel kleinere, aber stark gebogene frontale (Fig. 29 *fr'*) statt hinten, wie bisher, hinten unten liegt. Beide vereinigen sich oben hinten unter einem nach hinten oben offenen, stumpfen Winkel zu einer, wie bei den Reptilien, kurzen, zarten, cylindrischen und nach vorne unten verlaufenden Commissur (Fig. 30 *co*), die am unteren Ende, von aussen her kommend, die etwas erweiterte Mündung des äusseren, horizontalen Bogenganges (Fig. 29 *hor'*) zeigt, die nicht vollkommen rechtwinklig, sondern an der Commissur etwas nach abwärts sehend, vor sich geht. Der *recessus utriculi* (Fig. 30 *ru*), dessen Boden auch hier die *macula acustica* trägt und nach unten innen gewandt erscheint, biegt wiederum nach hinten ab- und medianwärts von den zusammen gelagerten Ampullen und namentlich der sagittalen, aber beide öffnen sich von oben vorne und aussen in denselben. Der *utriculus* (Fig. 30 *u*) ist kurz, weit und stösst nach innen verlaufend wie erwähnt, unter einem stumpfen Winkel mit der aufwärts und etwas nach vorne innen gehenden, kurzen, weiten Verbindungsröhre der frontalen Ampulle (Fig. 30 *v*) und der Commissur zusammen.

Die grosse Annäherung nun, die bei den Vögeln die beiden vorderen Ampullen an die hintere, alleinstehende, frontale zeigen, die den Raum zwischen ihnen aussen so ausserordentlich reducirt, bedingt wohl gerade die unendlich geringe Entwicklung des sonst bei den Amphibien und Reptilien wenigstens in seinen oberen Theilen zwischen ihnen gelagerten *sacculus*, der bei den Vögeln (Fig. 29. 30 *s*) so klein ist, wie in keiner anderen Wirbelthierclasse, so dass derselbe sogar dem genauen IBSEN

entgehen konnte und nur von Breschet[1]), aber auch nicht genau gesehen wurde. Es hat zur Folge, dass er sich fast ausschliesslich nach unten vorne von der *pars superior* ausdehnt. Im Uebrigen trägt seine Innenwand, die ein rundliches, flaches Schälchen bildet, die *macula acustica,* während die ungemein zarte Aussenwand nach oben hinten hin die enge Oeffnung, das *foramen sacculo-utriculare,* von aussen her deckt und sich an die Peripherie desselben anheftet. Nach unten hinten geht derselbe in einen ausserordentlich zarten, nicht wie bei den Crocodilen nach auswärts und ein wenig abwärts gewandten, sondern in einen nach unten hinten ziehenden, kurzen *canalis reuniens* (Fig. 29 *cr*) über, der sich dann an die obere Vereinigung der beiden Schneckenknorpel ansetzt und in die *membrana Reissneri* (Fig. 29. 30 *mr*) übergeht und ungemein schwer darzustellen ist. Mittelst desselben wird die mit ihrer Spitze nach hinten unten gebogene Schnecke unten hinten an dem *sacculus* befestigt, und diese nimmt somit eine typische Lage ein. Durch dieses Abwärtsragen des *sacculus,* des *canalis reuniens* und der Schnecke, die ausserordentlich selbständig ist, kommt letztere, da der *canalis reuniens* mit seinem oberen Ende, seinem Beginne, wenig von der Unterfläche der *pars superior* abgedrängt ist, kaum mehr, wie es bei den Crocodilen der Fall, wo derselbe nach vorne von der hinteren, frontalen Ampulle lag, bei den Vögeln nach vorne unten von der eben genannten Ampulle zu liegen. Gleichzeitig finden wir aber, wenn auch die Krümmung und die Drehung der Schnecke mit halber Spirale dieselbe wie bei den Crocodilen geblieben, die einzelnen Bestandtheile des nach unten innen und vorne sich erstreckenden Schneckenrohres, das ebenfalls aus der vorzugsweise entwickelten *pars basilaris* (Fig. 29. 30 *pb*) oben und der ampullenförmigen *lagena* (Fig. 29. 30 *lag*), die nicht weiter ausgewachsen, an der Spitze, unten besteht, namentlich die des wichtigen Basilartheils eine andere Stellung einnehmen, wie es bei den Crocodilen der Fall, obgleich sie im Uebrigen dieselben sind und dieselbe Form besitzen. Wir haben auch hier einen Knorpelrahmen, der oben bogenförmig geschlossen ist und in seiner Lichtung ausgespannt bis gegen das Ende der Schnecke die an Breite zunehmende Basilarmembran trägt, während er andererseits mit seinen beiden Knorpeln, deren einer der Träger der Nerven ist, zur Befestigung der wenigstens in ihrer grössten Ausdehnung quer gefalteten *membrana Reissneri* (Fig. 29. 30 *mr*), oder des *tegmentum vasculosum* der Autoren dient. Die Reissner'sche Membran sieht nicht, wie bei den Fröschen und niederen Reptilien, nach aussen, sondern in ihren oberen Zweidritteln (Fig. 29. 30 *mr*), nach vorne aussen, mit ihrem unteren da-

---

1) Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'audition chez les oiseaux.

gegen und der einen Wand der *lagena* (Fig. 29 *lag*) nach aussen, und zwar ist letztere die nicht Nerven tragende. Der grösste Theil der Basilarmembran sieht dem entsprechend nach hinten innen, erst unten allmählig, wie auch die Wand der *lagena*, die die Nerven und die *macula* trägt, vollkommen nach innen. Demnach liegt der Nervenknorpel, der *limbus spiralis cartilagineus*, mit den oberen Zweidritteln hinten innen, der untere Theil hinten, der vordere dagegen, das *ligamentum spirale*, anfänglich nach vorne aussen und dann unten nach vorne gewandt. Der für die *lagena* bestimmte Nervenast erscheint auch hier im grössten Theile seines Verlaufes selbständig gegenüber dem, der zur *pars basilaris* geht, wenn auch die *maculae* in einander übergehen, wobei als wichtig zu bemerken, dass die *macula* der *pars basilaris* sich nicht allein an den Nervenknorpel hält, sondern mindestens die anstossende Hälfte der *membrana basilaris*, also mehr wie bei den Reptilien einnimmt.

Gehen wir nun zur Betrachtung des häutigen Gehörorganes der Säugethiere (Fig. 31. 32) und der Menschen, die keine wesentlichen Unterschiede zeigen, über, so ist es ausnehmend leicht, die bei ihnen vorkommenden Verhältnisse aus den bei den Vögeln gefundenen und somit auch aus denen der übrigen Wirbelthiere abzuleiten. Die beiden Abtheilungen, *pars superior* und *inferior* (Sack und Schnecke), sind auch hier wie bei den Vögeln, aber noch ausgeprägter, so gestellt, dass erstere nach hinten oben und etwas nach aussen, letztere nach vorne unten und innen gewandt ist. Die Communication zwischen den beiden ist wie bei den Wirbelthieren, mit Ausnahme der *Cyclostomen*, eng, aber nicht mehr wie bei den Meisten, so auch bei den Vögeln, durch eine einfache, enge Oeffnung oder Spalte repräsentirt, sondern, wie bei den *Cyprinoiden* und vor allen den *Rajae*, durch eine eigenthümliche, enge Röhre, auf deren Verhältniss ich später wieder in Kurzem zu sprechen komme.

An der *pars superior* sehen wir nun zunächst insofern eine Differenz gegenüber der der Vögel auftreten, dass die Ampullen und die Bogengänge sich wieder mehr wie bei den Reptilien und den niederen Wirbelthieren in der Breite entfaltet haben, weniger nach aussen zusammengedrängt erscheinen, als bei diesen Thieren, so dass der Raum zwischen den vorderen Ampullen und der hinteren weiter wird, als es bei ihnen der Fall. Die beiden zusammenliegenden Ampullen sind vorne, oben und aussen (Fig. 31 *sag hor*), die hintere (Fig. 31 *fr*) unten, hinten und innen gelagert. Die horizontale (Fig. 31 *hor*) liegt nach aussen, hinten und unten von der sagittalen (Fig. 31 *sag*), die somit am höchsten und am weitesten nach vorne steht, gerade wie bei den Vögeln. Alle drei zeigen sich vollkommen übereinstimmend gebaut und besitzen gleichmässig geformte *cristae*, was bei keinem anderen Wirbelthiere der Fall, bei denen ja immer die horizontale durch ihre zungenförmige Ge-

stalt eine Abweichung darbot. Das Dach der sagittalen Ampulle kehrt nach hinten, der Boden nach vorne, das Dach der horizontalen nach aussen hinten, der Boden nach innen vorne, das Dach der hinteren, frontalen dagegen ist nach oben und ein wenig nach hinten, der Boden aber, dessen Mitte wieder die quere, wie bei den anderen Ampullen ein wenig an den Seitenwänden emporragende *crista* trägt, nach unten und etwas nach vorne gewandt. Die Bogengänge, von denen wir, wie bei den Vögeln, den nach oben vorne gerichteten, sagittalen (Fig. 31 *sag'*), den hinten unten gelegenen, frontalen (Fig. 31 *fr'*) und den aussen befindlichen, horizontalen (Fig. 31 *hor'*) unterscheiden, entfernen sich wie die Ampullen, noch weniger wie bei den Vögeln, etwa um 10—15⁰ aus den entsprechenden Ebenen und zeigen ein gegenseitiges Lageverhältniss wie bei den übrigen Wirbelthieren, mit Ausnahme der Vögel. Der sagittale sowohl, wie der horizontale Gang, die beide, und namentlich ersterer, bei diesen Thieren ungemein lang sind, sind kürzer geworden, wenn sie auch an Länge noch immer den frontalen, hinteren übertreffen. Sie sind nicht flach wie bei den meisten Amphibien, Reptilien und Fischen, sondern schön kreisförmig gebogen, und die beiden verticalen münden in einem nach oben hinten hin offenen Winkel in die zarte, cylindrische, von oben hinten innen, nach unten vorne aussen verlaufende Commissur (Fig. 32 *co*), die viel länger als bei den Vögeln, Reptilien und Amphibien, in ihrer relativen Länge viel mehr der der Knochenfische entspricht. Sie nimmt, wie bei den übrigen Wirbelthieren, das über und vor der frontalen Ampulle gelegene, hintere Ende des äusseren, horizontalen Ganges, das sich etwas trichterförmig erweitert, von aussen her am unteren Ende auf (Fig. 31). Die Einmündung geschieht auch hier nicht unter einem vollkommen rechten Winkel, sondern ist etwas nach vorne abwärts gekehrt. Die kurze, weite, ein wenig abwärts convexe Verbindungsröhre der frontalen, hinteren Ampulle verläuft von hinten unten nach vorne aufwärts, um unter einem nach abwärts offenen, flachen Winkel, ähnlich wie bei den Teleostiern, Fröschen, Schildkröten und Crocodilen, mit dem weiten, röhrenförmigen von aussen vorne, nach hinten innen ziehenden, ebenso kurzen *utriculus* (Fig. 32 *u*) zusammenzustossen und dort, von oben her kommend, die senkrecht einmündende Commissur aufzunehmen. Der *recessus utriculi* (*sacculus hemiellipticus*) befindet sich auch hier (Fig. 31. 32 *ru*) wieder medianwärts hinter und unter den zusammenstehenden Ampullen, die gemeinschaftlich von oben aussen und vorne in ihn münden, und zeichnet sich dadurch gegenüber dem der übrigen Wirbelthiere aus, dass er seine *macula* (Fig. 31) nicht vorzugsweise am Boden, sondern an der etwas nach hinten abwärts gewandten Aussenwand besitzt, die verdickt, abgeplattet erscheint und zur Aufnahme der Nerven dient, während die entgegengesetzte, nach vorne oben und

innen gekehrte und dem Knochen zugewandte Fläche sehr dünnhäutig ist. Die Grösse des *recessus* ist auch relativ bedeutender, als bei den meisten übrigen Wirbelthieren, somit auch die Ausdehnung der *macula*, und reicht wegen der Kürze des eigentlichen *utriculus* bis nahe an das untere Ende der Commissur.

Der *sacculus* (Fig. 31. 32 *s*), und damit beginne ich die Schilderung der *pars inferior*, gewinnt wieder bei den Säugern und dem Menschen gegenüber dem der Vögel eine beträchtlichere Grösse, ohne jedoch das Maass des Umfanges wie bei den niederen Wirbelthieren zu erreichen. Es ist eine rundliche, flache, an der Innenwand ausgehöhlte Schale, die glatt von der ausserordentlich zarten Aussenwand überspannt wird und nach unten und etwas medianwärts von dem Boden des *recessus utriculi* und des *utriculus* selber liegt, jedoch von der Röhre der alleinstehenden Ampulle (Fig. 31) durch einen Einschnitt getrennt erscheint. Die wie überall an der Innenwand befindliche *macula acustica* liegt unter, medianwärts und hinter der *macula* des *utriculus*, so dass also das typische Verhältniss der beiden auch hier, bei den höchsten Wirbelthieren, nicht aufgehoben wird. Was nun die Communication des *sacculus* mit der *pars superior* betrifft, so erwähnte ich bereits, dass dieselbe zu einer Röhre ausgezogen ist, die von der Unterwand der Vereinigung der Commissur, des *utriculus* und der Verbindungsröhre der frontalen, alleinstehenden Ampulle ausgeht, ausserordentlich eng ist, nach innen verläuft und sich hier einmal in den *ductus endolymphaticus*, die Vorhofswasserleitung (Fig. 32 *de*) ergiesst, andererseits aber mit einer aus dem oberen Ende des *sacculus* nach oben innen gehenden, trichterförmigen Ausstülpung, die ebenfalls in den *ductus* übergeht (Fig. 32), sich vereinigt. Die trichterförmige Fortsetzung des *sacculus* mit der feinen von der *pars superior* ausgehenden Röhre stellt, trotzdem dass beide in den *ductus endolymphaticus* übergehen, die Communication zwischen den beiden Abtheilungen des häutigen Gehörorganes dar, wie wir sie ähnlich nur bei den Rochen fanden. Ich habe dieselbe in der vorhergehenden Abhandlung ja ausführlich vergleichend anatomisch geschildert. Hinten unten sehen wir dann (Fig. 31 *cr*), wie bei den Vögeln und Crocodilen, die Sackwandungen sich trichterförmig ausziehen, um in eine gerade gestreckte, enge, kurze, cylindrische, zartwandige Röhre, den *canalis reuniens*, überzugehen, der nun nicht so senkrecht abwärts geht, wie bei den Vögeln, sondern nach hinten unten verläuft, um dann seine Anheftung an den Knorpeln des Schneckenrohres und aussen an der *membrana Reissneri*, wie bei den Vögeln und Crocodilen, zu finden und somit mittelst seines *lumen* den Binnenraum des *sacculus* mit der *scala cochlearis s. scala media* zu verbinden.

Die Schnecke selber, deren Anfang gerade so nach hinten unten von dem Sacke gelagert ist, wie bei den übrigen Vertebraten, ist ein gerade

wie bei Crocodilen und Vögeln nach vorne und medianwärts gekrümmtes Rohr, dessen Convexität, die sich namentlich in dem oberen Theile, im Bereiche der ersten Windung am *promontorium* findet, nach aussen, etwas abwärts und hinten gerichtet ist, und dessen Concavität natürlich im entgegengesetzten Sinne sich findet, unterscheidet sich im Wesentlichen nur darin, dass es colossal in die Länge gewachsen, nicht einfach eine halbe, lang gezogene Spiralwindung macht, sondern auf kleinem Raume zusammengedrängt beim Menschen $2^1/_2$, bei den Säugern bis zu 4 Spiraltouren beschreibt, und zwar mit dem Stamme des *acusticus* als Axe. Immerhin ist aber das Verhältniss so, dass das Ende der Schnecke (Fig. 31 *lag*), die *lagena,* der häutige Kuppelblindsack, wie bei den nächsten Classen, nach unten vorne und innen von dem Anfange der ersten Windung am *canalis reuniens* zu liegen kommt. Im Uebrigen bietet das Schneckenrohr, dasselbe gerade gestreckt gedacht, wie bei den niederen Reptilien, mit Bezug auf seine Lage darin eine Differenz gegenüber den Vögeln und Crocodilen, deren Schnecke wir uns auch gerade gestreckt vorstellen müssen, dar, dass die *membrana Reissneri* nicht wie bei ersteren nach vorne aussen, die *membrana basilaris* nach hinten innen, der Nervenknorpel nach innen vorne, der dreieckige, das *ligamentum spirale* nach aussen hinten gewandt ist, sondern wie bei den Fröschen und niederen Reptilien sehen wir, und das tritt deutlich an der natürlich gewundenen Schnecke, am Beginne derselben, am *canalis reuniens,* also am Beginne der *scala tympani* und *vestibuli*, zu Tage, dass die *membrana Reissneri* nach aussen und etwas abwärts, die *basilaris* nach innen und etwas nach oben, der Nervenknorpel, der *limbus spiralis cartilagineus* nach unten vorne und etwas nach aussen, der dreieckige, das *ligamentum spirale* dem entsprechend nach hinten oben und etwas nach innen sieht. Die beiden Knorpel würden also, wenn das Gehörorgan wie bei den niederen Reptilien senkrecht, statt von oben hinten nach unten vorne stände, wie bei ihnen vorne (*limbus spiralis cartilagineus*) und hinten (*ligamentum spirale*) liegen. Natürlich ändern sich wegen der ausgeprägten spiraligen Windungen der übrigen Theile des Schneckenrohres diese Lagerungsverhältnisse, doch sind diese leicht zu abstrahiren, so dass ich darauf keine Rücksicht zu nehmen brauche. Dass sich die Schneckenröhre der Säuger und des Menschen in eine *pars basilaris* (Fig. 31. 32 *pb*) und in eine *lagena* (Fig. 31. 32 *lag*) theilt, brauche ich wohl kaum zu erwähnen, ebensowenig dass erstere vorzugsweise ausgewachsen ist. Die *lagena* hat sich dagegen nicht blos nicht fortgebildet, sie ist auch nicht einmal in ihrer Ausbildung stationär geblieben, sondern wir finden dieselbe einmal häutig geworden (häutiger Kuppelblindsack) und dann scheinbar reducirt. Sie ist hier nicht ampullenförmig erweitert, sondern

stellt mehr das einfach blindgeschlossene Ende des cylindrischen Schneckenrohres dar.

Die *pars basilaris* bildet auch bei den Säugern und Menschen, wie bereits angedeutet, einen Knorpelrahmen mit einem anfänglich vorne oben gelegenen Nervenknorpel oder *limbus spiralis cartilagineus* und einem hinteren, unteren, dreieckigen, dem *ligamentum spirale*, die sich wie bei den Vögeln und Crocodilen am oberen Schneckenende vereinigen. In der Lichtung desselben gegen die *scala tympani,* also nach innen gewandt, spannt sich die vom Anfange der Schnecke bis zum Ende derselben, dem Kuppelblindsacke, allmählig und gleichmässig an Breite zunehmende *membrana basilaris,* während nach aussen, zwischen den äusseren Theilen des Nerven- und dreieckigen Knorpels, dem *limbus cartilagineus* und dem *ligamentum spirale,* an der *scala vestibuli* sich die nicht länger quergefaltete, sondern in der ganzen Ausdehnung glatte, zarte *membrana Reissneri* ausspannt. Alle diese Bestandtheile gehen dann, gleichmässig sich verdünnend, respektive verdickend, in den Kuppelblindsack oder die *lagena* über und begrenzen einen wie bei den Vögeln und Reptilien im Ganzen genommen vierseitig prismatischen Raum, die *scala media s. cochlearis.* Die Binnenfläche des Nervenknorpels, des *limbus spiralis cartilagineus*, giebt die vordere, das *ligamentum spirale* die hintere, die *membrana Reissneri* die äussere, die *basilaris* die innere Wand ab. Oberhalb der Anheftung des *canalis reuniens* (Fig. 31 *cr*) finden wir dann noch ausgeprägter, wie bei allen bisher betrachteten Wirbelthieren, die bogenförmige Vereinigung der Knorpel des Rahmens mit einem Theile der Basilarmembran und der Reissnerschen sich zu einem kurzen, nach oben hinten gewandten und etwas aufwärts convexen Blindsacke, dem Vorhofsblindsack, sich erheben und dieser lagert sich ähnlich wie der Anfang der Schnecke bei den Crocodilen im Wesentlichen vor die hintere, alleinstehende Ampulle bis an die anliegende Krümmung des horizontalen Ganges. Wegen der schrägen Richtung des gesammten Labyrinthes liegt derselbe zugleich ein wenig höher als die Ampulle und etwas nach vorne von ihr. Was nun die *macula acustica* des Schneckenrohres, des *organon Corti* der Autoren, betrifft, so finden wir, dass dieselbe nicht wie bei den übrigen höheren Wirbelthieren, von den Schlangen angefangen, theilweise auf der *membrana basilaris,* theilweise auf dem Nervenknorpel, dem *limbus spiralis cartilagineus* ruht, sondern wir sehen, dass sie den grössten Theil der *membrana basilaris,* vom Ansatze an den Nervenknorpel angefangen, einnimmt und das ist ein interessantes Verhalten, da wir wissen, dass von den Schlangen bis zu den Vögeln ein immer grösserer Theil der Basilarmembran die Nervenendapparate trägt, die sich nun nicht bis in den Grund des Kuppelblindsackes, der *lagena,* wie bei den übrigen Vertebraten, sondern nur bis

an die Grenze desselben erstreckt, so dass also die *lagena* der Säuger und der Menschen im Gegensatze zu der der übrigen Wirbelthiere nicht von Zweigen des *acusticus* versorgt wird.

So haben wir denn die Morphologie des häutigen Labyrinthes des ursprünglich wie in früher, embryonaler Periode einfachen Gehörbläschens durch die gesammte Thierreihe hindurch verfolgt, und es bleibt uns, nachdem ich auch die *maculae* und *cristae acusticae* geschildert, noch das Verhalten der sonst noch mit blossem Auge sichtbaren Theile zu betrachten übrig. Wir finden bei *Myxine glutinosa* sowohl auf der *macula* als auf den *cristae acusticae* bröcklige Otolithenmassen, die jedoch bereits den *cristae* der Neunaugen, wie den Ampullen der übrigen Wirbelthiere fehlten. Bei ihnen finden wir die Otolithen nur an der *macula recessus utriculi, sacculi* und *cochleae* und zwar in derselben Weise, als zusammenhängende Kalkmasse, bei den Teleostiern, während wir dagegen bei den Plagiostomen Anhäufungen von einzelnen Kalkkrystallchen, Otolithenmassen finden. Solche finden wir auch bei den Amphibien im *recessus utriculi*, im *sacculus* und im Endtheile der Schnecke, der *lagena,* die ja das Homologon der Schnecke der Fische ist, allein bei *Siredon, Triton* und *Salamandra* gesellt sich eine solche auch für den Anfangstheil der Schnecke hinzu, die aber bei den *Ranae* wieder verschwunden. Von diesen Thieren an bis zu den Säugern finden wir dann nur Otholithenmassen im *recessus utriculi*, im *sacculus* und im Schneckenende, der *lagena,* dem häutigen Kuppelblindsacke und in dem letzteren des Menschen und der Säuger finde ich auch davon keine Spur, so dass bei ihnen die ganze Schnecke frei von Kalkkrystallen ist. Dabei finden wir dann immer und überall, dass die Otolithen oder Otolithenmassen, und das gilt namentlich für den *sacculus,* den Binnenraum desselben nahezu auszufüllen, so dass nur geringe Flüssigkeitsmassen (*Endolymphe*) zwischen ihnen und der Sackwandung bleiben. Im *recessus utriculi* und in der *lagena* ist das viel weniger der Fall. Die Otolithen ruhen dabei immer den *maculae* und deren Umgebung auf und werden, selbst wenn sie aufrecht stehen, daran festgehalten und zwar dadurch, dass sie sich auf die immer gekrümmte Unterwand, den Boden, respektive auf die Aussenwand stützen.

Der Nervenstamm, der bei den Neunaugen und vielleicht auch zum Theil bei den Teleostiern mit dem *facialis* oder einem Aste desselben an die Gehörblase herantritt, theilt sich bei den *Cyclostomen* im Wesentlichen in drei Gruppen, eine mittlere für das *vestibulum* bei *Myxine,* für den *recessus cochleae* und *sacculi* bei den Neunaugen, und zu dieser gesellt sich der Facialisast für das Flimmerepithel des Vorhofs, und in eine vordere und hintere für die vordere und hintere Ampulle bei *Myxine,* für dieselben bei den Neunaugen, ausserdem aber für den *recessus utriculi*

vorne (Taf. XXIII, Fig. 3). Bei den Teleostiern herrscht noch ein ähnliches Verhältniss. Die mittlere Astgruppe versorgt den *sacculus* und die Schnecke, und mit dieser verläuft der Ast für die *pars basilaris* (Retzius). Der hintere Zweig, der innig mit der mittleren Gruppe vereinigt ist, versorgt die hintere Ampulle, der vordere den *recessus utriculi* und die vorderen Ampullen. Alle Aeste stehen bei sämmtlichen Wirbelthieren mit bipolaren Ganglienzellmassen in Verbindung. War nun bei den Knochenfischen bereits eine innige Verbindung des hinteren Astes mit dem mittleren nachweisbar, so ist das bei den Plagiostomen noch mehr der Fall, bei denen der mit mächtigen Ganglienmassen versehene *acusticus* sich in zwei Zweige, einen vorderen und hinteren, theilt (Fig. 10). Der hintere versorgt den *sacculus*, die Schnecke und die alleinstehende, frontale Ampulle, der vordere den *recessus utriculi* und die vorderen Ampullen. Dieses Verhältniss wiederholt sich bei den Amphibien, nur dass bei *Siredon* und *Triton* der hintere Ast auch den Anfangstheil der Schnecke und vielleicht bei *Salamandra*, gewiss bei *Rana*, die *pars basilaris*, also die Gesammtschnecke versorgt. Ganz dasselbe Verhältniss des vorderen und hinteren Astes findet sich bei den Reptilien, ja bei den Eidechsen hat sogar jeder Ast sein Ganglion. Wir finden nun aber, dass, während der hintere Ast, welcher die Schnecke versorgt, bei *Rana* für die drei Abtheilungen gesonderte Zweige abgiebt, derselbe bei den Eidechsen und Schlangen zwei aussendet, einen für die *lagena* und den Anfangstheil gemeinsam, den zweiten für die *pars basilaris*, und bei den Schildkröten und Crocodilen sehen wir dann den *ramus cochlearis* so sich vertheilen, dass ein Ast für die *pars basilaris*, einer einigermassen selbständig für die *lagena* bestimmt ist. Im Uebrigen versorgt der hintere Ast auch bei diesen Thieren den *sacculus* entweder ganz oder zum Theil und ausserdem die hintere Ampulle, während der vordere beibleibt sich an dem *recessus utriculi* und den vorderen Ampullen zu verzweigen. Bei den Crocodilen giebt dieser dann auch einen Ast an den *sacculus* ab. Bei den Vögeln ist keine strenge Scheidung in einen vorderen und hinteren *ramus* mehr vorhanden, sondern wir finden den Gehörnerven aus einer Menge dünnerer und dickerer Aeste für die einzelnen, Nerven tragenden Theile zusammengesetzt, von denen sich ein unterer, dickerer als *nervus cochlearis* abtrennen lässt, der dann vorzugsweise die *pars basilaris* und mit einem in geringem Masse selbständigen Ast die *lagena* versorgt, während die übrigen gesondert zu den vorderen Ampullen, der hinteren, dem *recessus utriculi* und dem *sacculus* ziehen. Alle diese Zweige stehen wieder mit Ganglienmassen in Verbindung. Diese feinen Zweige des *acusticus* werden nun wie die beiden Schneckenäste bei den Säugern und den Menschen zu zwei grossen Zweigen, dem *ramus cochlearis* und *vestibularis* zusammengefasst, von denen jener die Gesammtschnecke mit

Ausnahme des Kuppelblindsacks versorgt, während dieser sich an allen übrigen Theilen verbreitet, mit einem Zweige an die hintere Ampulle, mit einem an den *sacculus* und mit einem mehr zusammenhängenden und erst später sich theilenden an den *recessus utriculi* und an die zusammenliegenden Ampullen geht.

Bevor ich mich nun nach dieser Schilderung der morphologischen Verhältnisse zur Darstellung der vergleichenden Histologie des häutigen Gehörorganes wende, möchte ich auf zwei, durch die gesammte Wirbelthierreihe, mit Ausnahme der *Cyclostomen*, gehende Umstände aufmerksam machen und das ist einmal, von den Knochenfischen angefangen, die ungemeine Selbständigkeit des *sacculus* und der Schnecke, der *pars inferior* gegenüber der *superior*, die ja aus den Bogengängen, den Ampullen, dem *utriculus* mit seinem *recessus*, der Commissur und der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle besteht, und dann der Umstand, dass die *pars superior* zum überwiegenden Theile denjenigen Partien der Labyrinthknochen unmittelbar anliegt, die am unmittelbarsten den Schallwellen ausgesetzt sind. Sack und Schnecke liegen dagegen, von den Amphibien angefangen, vorzugsweise im Bereiche eines eigenen Schallzuleitungsapparates, dessen Schwingungen mehr oder minder mit der Schallwellenbewegung correspondirend zunächst die Bewegungen einer Flüssigkeit, der *Perilymphe*, auslöst, die sich bei allen mit eigenen Schallzuleitungsapparaten versehenen Thieren in beträchtlicher Menge zwischen ihnen und namentlich dem häutigen *sacculus* und der Schnecke befindet, und diese Bewegung muss sich dann vor allem der Aussenwand der soeben genannten Theile und somit der im Binnenraume befindlichen Flüssigkeit, der *Endolymphe*, mittheilen. Diese anatomische Sonderung des Gehörbläschens in eine obere und untere Abtheilung, dieses interessante Verhältniss der *pars superior* zum Knochen, namentlich des Schädeldachs, der *inferior* zum Schallzuleitungsapparate, also die fast vollständige Trennung des *cavum endolymphaticum* der oberen, des Bogenapparates oder des eigentlichen Labyrinthes von dem der unteren, des *sacculus* und der Schnecke, ferner die ausserordentliche Ausdehnung, die das *cavum perilymphaticum* sämmtlicher mit einem Schallzuleitungsapparate versehenen Thiere nach aussen von der *pars inferior* erfährt, so dass sich dasselbe nur in geringer Ausdehnung, am meisten noch bei den vorzugsweise im Wasser lebenden, höheren Wirbelthieren (*Perennibranchiaten, Ranae, Chelonia, Crocodilia*) an der *pars superior* nach oben fortsetzt und somit die *Perilymphe* im Wesentlichen sich nur an die Aussenwand des *sacculus* und der Schnecke hält, weist das nicht auf eine gewisse Differenz in der physiologischen Bedeutung dieser Theile hin? Gesetzt, der dem Knochen anliegende Theil der *pars superior* würde in Bewegung gesetzt und mit ihm die Endolymphe, so würde sich diese kaum durch die enge

Communication, die nur bei den Amphibien ein wenig weiter ist, immerhin aber ein geringes Caliber besitzt, nach unten in den *sacculus*, geschweige denn in die Schnecke fortsetzen können und umgekehrt, wenn durch den Schallzuleitungsapparat die Perilymphe sich ausserhalb des *sacculus* und der Schnecke in Bewegung setzte, würde diese Bewegung bei den meisten Wirbelthieren, namentlich den auf dem Lande lebenden, sich schwer nach oben der Perilymphe der *pars superior*, wegen ihrer Geringfügigkeit und weil dieselbe meistens von einem perilymphatischen, bindegewebigen Maschennetze durchzogen ist, mittheilen können, ebensowenig wie die durch die Perilymphe hervorgerufene Bewegung in der Endolymphe des *sacculus* und der Schnecke sich abermals wegen der Enge der Communication nach oben in die Endolymphe der oberen Abtheilung fortpflanzen könnte.

So glaube ich denn, dass, von den Teleostiern angefangen, die physiologische Funktion der beiden Abtheilungen des Gehörorganes, *sacculus* und Schnecke einerseits, *recessus utriculi* und Ampullen andererseits, denn alle diese sind Träger der Nervenendapparate, so gut wie vollkommen getrennt bestehen und somit auch gesondert betrachtet werden müssen. Ich glaube den Satz so formuliren zu können, dass bei denjenigen Thieren, bei denen zwei Schallleitungen bestehen, einmal durch die Knochen des Schädels, speciell des Daches, und zweitens durch einen eigenen Schallzuleitungsapparat (*columella*, Gehörknöchelchen), die *pars superior*, im Wesentlichen der Kopfknochenleitung dient, während die *pars inferior* vorzugsweise dazu bestimmt ist, die durch den Schallzuleitungsapparat hervorgerufene Bewegung zur Perception zu bringen. Dafür spricht dann auch ferner der Umstand, dass Hand in Hand mit der durch die ganze Wirbelthierreihe constant bleibenden, vielleicht sogar mit der immer tieferen Einbettung des Gehörorganes in Knochenmasse zunehmenden Unvollkommenheit der Kopfleitung, die *pars superior* nur in den niederen Klassen eine gewisse Fortbildung erfährt, dann aber im Wesentlichen stationär, mit Bezug auf die *pars inferior* aber zurückbleibt, während Hand in Hand mit der immer grösseren Vollkommenheit des Schallzuleitungsapparates eine immer grössere Vollkommenheit, eine immer grössere Ausbildung der *pars inferior* stattfindet.

Der zuerst ausgesprochene Satz von der differenten, physiologischen Funktion der *pars superior* und *inferior*, namentlich aber von den ausschliesslichen Beziehungen der unteren Abtheilung des Gehörapparates zum Schallzuleitungsapparate und der oberen zu den Kopfknochen hat nun aber vorzugsweise, wie ich hier gleich vorausschicken will, Geltung für die Landthiere, während sich für die im Wasser lebenden keine solche Ausschliesslichkeit der Beziehungen nachweisen lässt, und das möchte ich als einigermassen interessant wohl hervorheben, und für die *Perennibran-*

chiaten, Ranae, Chelonia, Crocodilia wäre der Satz dahin zu ändern, dass Schallzuleitungsapparat und *pars inferior*, Kopfknochen und *pars superior* wohl zusammengehören, aber nicht ausschliesslich. Das zeigt das Verhalten vor allem des *cavum perilymphaticum*, das bei diesen Thieren auch in ziemlicher Ausdehnung an der *pars superior* vorhanden ist, so dass Schallwellen, die die Kopfknochen treffen, diese Flüssigkeit und somit auch *per continuitatem* die an der *pars inferior* in Bewegung setzen werden, ebenso wie durch den Schallzuleitungsapparat hervorgerufene Bewegung der Perilymphe in Sack und Schnecke sich nach oben in die Perilymphe der *pars superior* und somit auf deren Nervenendapparate in den Ampullen und dem *recessus utriculi* fortpflanzen wird. Diese Andeutungen mögen genügen und es wäre interessant weiter zu verfolgen, in wie weit die Gleichmässigkeit des Medium, in welchem der in Flüssigkeitsmassen gelagerte Gehörapparat der im Wasser lebenden Thiere gegenüber dem der auf dem Lande lebenden auf den anatomischen Bau einwirkt.

Wie verhält es sich nun mit den Teleostiern, Ganoiden und Plagiostomen, die ja keinen gesonderten Schallzuleitungsapparat besitzen und dennoch die Trennung in eine *pars superior* und *inferior* nachweisen lassen, und wie bei den *Cyclostomen*, wo weder ein eigener Schallzuleitungsapparat, noch eine Trennung am Gehörorgane vorhanden, sondern die Schallwellen ausschliesslich durch Schwingungen der Kapsel des häutigen Labyrinthes fortgepflanzt werden? Bei ihnen werden natürlich sämmtliche Nervenendapparate durch die Schwingungen der sie umschliessenden Kapsel, sei dieselbe nun knorplig oder knöchern, angesprochen und zwar, wie bei den übrigen Wirbelthieren, dadurch, dass die von den Schallwellen in Schwingung versetzte Kapsel entweder direkt diese Bewegung auf die Wand des Gehörbläschens und somit auf die endolymphatische Flüssigkeit, oder indirekt durch Vermittlung der Perilymphe überträgt. Die Bewegung der Endolymphe theilt sich dann den in ihnen befindlichen Otolithenmassen mit und zwar in dem Sinne, dass correspondirend der Bewegung der Flüssigkeit eine Verschiebung derselben an den Oberflächen der *maculae* oder *cristae acusticae* stattfindet, die dann an den Nervenendapparaten unmittelbar das Auslösen des Nervenvorganges zur Folge haben muss. Es fragt sich nun aber, sind die Schwingungen der Gehörkapsel, hervorgerufen durch die die Kopfoberfläche treffenden Schallwellen, das einzige primär Bedingende der Auslösung der Bewegung der sämmtlichen Nervenendapparate bei den Fischen, oder gesellen sich dazu noch, wie bei den übrigen Wirbelthieren, die Bewegungen eines Schallzuleitungsapparates irgend welcher Art, aber besonders dazu bestimmt, den Nervenvorgang an den Nervenendapparaten des *sacculus* und der Schnecke auszulösen, und wie ist es denkbar, da mit wenigen in die Augen fallenden Ausnahmen (Teleostier

und Ganoiden), die incompressible peri- und endolymphatische Flüssigkeit in geschlossenen Kapseln (knöchernes und häutiges Gehörorgan) eingeschlossen ist, dass die Schallwellen überhaupt die Gehörkapsel in Bewegung setzen können und dass sich diese Bewegung durch die beiden Flüssigkeiten und durch die Wandung des häutigen Labyrinthes in gleicher Weise auf die Nervenendapparate fortpflanzen kann? Es muss entweder einen oder mehrere Wege geben, auf denen entweder die Peri- oder die Endolymphe oder beide zugleich nach aussen ausweichen können. Ferner wodurch wird es erreicht, dass nicht allzu starke Schwingungen des Gehäuses oder des besonderen Schallzuleitungsapparates entsprechend übermässige, für die Nervenendapparate Gefahr bringende Bewegungen in der endolymphatischen Flüssigkeit und den Otolithenmassen, die ja einem grossen Theile der Nervenausbreitungen aufruhen, veranlassen? Ist das Ohr mit solchen Schutzapparaten versehen, die namentlich wichtig, wenn die besonders leicht in ausgiebige Schwingungen gerathenden, besonderen Schallzuleitungsapparate (Trommelfell und Gehörknöchelchen) nicht wie bei den Menschen und Säugern, allenfalls noch bei den Vögeln durch besondere Muskeln in ihren Bewegungen regulirt werden können? Was die erste Frage betrifft, so finden wir bei allen Wirbelthieren Abflusswege für den *liquor perilymphaticus*, sei es, dass derselbe, wie bei den meisten Wirbelthieren, durch ein offenes *foramen rotundum*, oder durch die *apertura aquaeductus vestibuli* und die Eintrittsstelle des Nerven, wie bei den Fischen, oder durch den *meatus auditorius internus* und den *aquaeductus cochleae*, wie bei den höher stehenden Vögeln, den Säugern und den Menschen, entweichen kann. Damit ist die Möglichkeit der Bewegung sowohl der peri- als der endolymphatischen Flüssigkeit entsprechend der Bewegung vor allem der Schallzuleitungsapparate und somit die Möglichkeit der Bewegung an den Enden der Nervenausbreitungen gegeben, und was dann die zweite Frage betrifft, so besitzen wir darin auch einen Schutzapparat für das Uebermaass der Bewegung, indem durch den Abfluss eines Theiles der in Bewegung gesetzten Perilymphe durch den *ductus perilymphaticus* nach aussen die Gewalt gebrochen werden kann. Allein noch ein Zweites gesellt sich hinzu. Wenn dieser Schutzapparat nicht ausreichen sollte, so besitzen wir in der Vorhofswasserleitung, dem *ductus endolymphaticus*, ebenfalls einen solchen, dem ich, abgesehen von anderem, auch diese physiologische Bedeutung vindiciren möchte.

Betrachten wir nun nach diesen Auseinandersetzungen etwas näher die Consequenzen, die sich innerhalb der einzelnen Thierclassen aus den morphologischen Verhältnissen des häutigen Gehörorganes mit Bezug auf die Gehörempfindung ziehen lassen, so finden wir, von den *Arthropoden* abgesehen, deren Gehörorgan in vielen Beziehungen eigenartig ent-

wickelt von den bei den Wirbelthieren vorkommenden Verhältnissen sich entfernt, dass bei den Wirbellosen, mit Ausnahme der *Cephalopoden,* die Schallwellen entweder direkt oder indirekt durch Vermittlung der umgebenden Weichtheile, die Wandungen der Gehörblase und somit die Endolymphe oder bei denen mit offener Blase ohne weiteres diese selbst und dann den Otolithen, oder die Otolithenmassen in Schwingungen versetzen, die sich darauf unmittelbar, wie wir annehmen müssen, der Gesammtmasse der sonst unbeweglichen Gehörhaare, den Endapparaten des *acusticus* in der *macula* mittheilen und durch sie auf die letzten Nervenenden übertragen werden. Besitzen nun sämmtliche Gehörhaare dieselbe Länge, dieselbe Stärke, die gleiche Elasticität und chemische Zusammensetzung, so werden sämmtliche Nerven gleichmässig erregt und es wird eine einfache, ich möchte sagen qualitative Gehörempfindung zu Stande kommen. Zeigen jedoch dieselben, wie es von den *Arthropoden* nachgewiesen (es wäre das ein wichtiger Gegenstand der Untersuchung und es lässt das besonders, mit Bezug auf das Gehörorgan, die Gliederthiere eigenartig erscheinen) alle oder zum Theil bestimmte gesetzmässige Längen-, Dicken- oder Elasticitätsunterschiede, so kann man annehmen, dass diese nur auf bestimmte Schwingungen, auf eine gewisse Zahl derselben in der Zeiteinheit in Bewegung gerathen, somit auch nur dann die Nervenenden erregen und besondere Gehörempfindungen auslösen, die man bei den Insekten als Tonempfindung, als quantitativ, wie ich sie nennen möchte, betrachten muss. Denkbar wäre so etwas, wenn bisher auch noch keine Beobachtung, mit Ausnahme wie gesagt bei den *Arthropoden,* meines Wissens dafür spricht, und wenn ich auch aus vergleichend anatomischen Gründen nicht geneigt bin, bei den Wirbellosen, von denen der Typus der Wirbelthiere sich ableitet, eine solche Differenz in den Nervenendapparaten anzunehmen, da bei den Vertebraten in der Länge der Gehörhaare, sei es auf den *cristae,* sei es an den *maculae acusticae,* durchaus keine Unterschiede zu entdecken sind und man somit nicht ohne Weiteres die Befunde bei den in anderen Richtungen entwickelten, frühzeitig in der Classe der Wirbellosen abgezweigten Gliederthiere auf die übrigen Evertebratenclassen oder einen Theil derselben übertragen kann.

Bei den *Cephalopoden* finden wir, wenn die Schallwellen bis zu der Stelle, wo das Gehörorgan befindlich, vorgedrungen, nicht die, wie bei den übrigen Wirbelthieren, direkt vom Integumente oder von Weichtheilen überlagerte Wand des Gehörbläschens in Schwingungen gesetzt, sondern sie treffen zuerst die Kapsel desselben. Mit diesem geschlossenen Gehäuse sehen wir dann gleichzeitig den den Knorpel durchbohrenden Canal auftreten, der der Endolymphe auszuweichen gestattet und von dem ich vermuthete, dass er dem *recessus labyrinthi,* dem *aquaeductus*

vestibuli, oder dem *ductus endolymphaticus* der Wirbelthiere homolog. Mindestens ist seine physiologische Bedeutung die Gleiche. Die Schwingungen der Kapsel lösen die Bewegung der Perilymphe und diese durch die zarte Wand des Gehörbläschens, die gerade wegen ihrer Feinheit kein Bewegungshinderniss abgiebt, die Bewegung der Endolymphe aus, und diese theilt sich dann den Gehörhaaren der *crista* und den Otolithen der *macula* und somit der Gesammtmasse der Haare dieser mit. Die Nervenendapparate sind also getheilt, es vermag jede Gruppe derselben den Nervenvorgang auszulösen und so kann sich die Erregung von jeder der zwei Nervenausbreitungen zum Centralorgane fortpflanzen und hier in Gehörempfindung umgesetzt werden, die dann möglicherweise nicht länger einfach, sondern nach zwei Richtungen hin sich geltend macht. In welcher Weise nun aber, darüber wage ich bei diesen Thieren kaum eine Vermuthung. Vielleicht ist die Thatsache der doppelten Nervenausbreitung mit der Möglichkeit in Zusammenhang zu bringen, eine bestimmte Richtung, aus der die Schallwellen kommen, zu empfinden, wie dazu, wie wir gleich sehen werden, schon die niedersten Wirbelthiere im Stande sind.

Bei den *Cyclostomen* löst, wie bei den *Cephalopoden*, die Bewegung der Knorpelkapsel die Bewegung der peri- und endolymphatischen Flüssigkeit aus, ja bei den Neunaugen, wegen der direkten Anlagerung der Bogengänge, der Vestibularsäcke und der Ampullen an die Knorpelwand, direkt die Bewegung der Endolymphe. Es ist namentlich der obere äussere Theil der Kapsel, auf den die Schallwellen, als auf den am oberflächlichsten gelagerten, treffen. Dieser wird daher zunächst in Schwingungen versetzt und somit bei *Myxine* auch die Endolymphe der oberen Hälfte des ringförmigen Gehörbläschens und bei den Neunaugen die der beiden Bogengänge und die Flüssigkeit in der mit den Vestibularsäckchen communicirenden Commissur. Bei den *Myxinoiden* wird sich somit die Bewegung der Endolymphe nach vorne und hinten abwärts in die vordere und hintere Ampulle und über die im Ganzen queren *cristae* derselben in das *vestibulum*, an die *macula* fortpflanzen und an allen dreien die Otolithenmassen und somit die Gesammtheit der Nervenendapparate derselben in Bewegung setzen. Diese lösen dann den Nervenvorgang aus, der sich von jeder Nervenausbreitung, den *cristae* und der *macula* isolirt zum Gehirn fortpflanzen und hier wohl auch eine gesonderte Gehörempfindung auslösen kann. Da die *cristae* in den Ampullen vorne, respektive hinten aussen gelagert sind, die *macula* dagegen unten innen, so könnte dies das Thier befähigen, Schallwellen, die von vorne aussen, hinten aussen und von oben aussen kommen, zu unterscheiden, da diese sich je nachdem zuerst und leichter gegen die vordere äussere, oder die hintere äussere *crista*, respektive gegen die unten innen

befindliche *macula* fortpflanzen können. Das, scheint mir, tritt noch klarer bei den Neunaugen zu Tage, bei denen die vordere und hintere Ampulle für die Bewegung der Endolymphe eine, ich möchte sagen, gesonderte Leitung in den zugehörigen Bogengängen besitzen, die ja der Knorpelkapsel oben anliegen, wo dieselbe am ersten und leichtesten von den Schallwellen getroffen wird und zwar so, dass die von vorne aussen kommenden sich durch die Bewegung der Endolymphe des vorderen Bogenganges in die vordere Ampulle und deren *crista* fortpflanzen kann, während dasselbe mit dem von hinten aussen kommenden, dem hinteren Bogengange und der hinteren Ampulle mit ihrer *crista* der Fall ist. Allein auch die gerade von aussen treffenden Schallwellen vermögen eine gesonderte Empfindung zu erregen, dadurch, dass sie durch die Bewegung der Endolymphe in der Commissur in die Vestibularsäckchen und somit auf die Otolithenmassen des am Boden befindlichen *recessus utriculi, sacculi* und *cochleae* und deren ungetheilte *macula acustica* sich fortsetzen können. Damit nun, dass diese Thiere wegen der eigenthümlichen Lagerungsweise der einzelnen Nervenausbreitungen und deren Zuleitewege die Möglichkeit der Empfindung der aus bestimmten Richtungen kommenden Schallwellen besitzen, soll keineswegs gesagt sein, dass dann ausschliesslich die entsprechenden Nervenausbreitungen in Aktion treten. Das ist nicht der Fall, es wird der Gehörempfindung nur ein bestimmtes Localzeichen aufgedrückt. Es ist auch dadurch ausgeschlossen, dass die Gehörkapsel wegen ihrer Continuität und somit auch der Inhalt *in toto* in Bewegung geräth, wenn diese auch an dem Orte der Erregung zuerst auftritt und von dort sich durch die anliegende Leitungsbahn der Endolymphe an der zugehörigen Nervenausbreitung zuerst geltend macht.

Bei den Teleostiern, den Ganoiden und Plagiostomen treffen nun die Schallwellen unmittelbar den oberen Theil der Gehörkapsel, der einen Theil des Schädeldaches bildet. An ihm liegt unmittelbar die convexe Wandung des sagittalen Bogenganges vorne, des frontalen hinten, des horizontalen aussen, ferner innen das obere Ende der Bogengangcommissur, so dass alle diese bei Schwingungen der Gehäusewand mit ihrer endolymphatischen Flüssigkeit direkt in Bewegung gerathen, die sich dann durch die Bogengänge in die entsprechenden Ampullen mit ihren queren frei in das *lumen* senkrecht ragenden *cristae* und deren Nervenausbreitung und durch die Commissur, die von oben hinten, nach unten vorne verläuft, direkt durch den nahezu in gleicher Richtung ziehenden *utriculus*, abgesehen von der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle, die ungünstiger angeordnet ist, gegen den auf der *macula* des *recessus utriculi* befindlichen Otolithen oder die Otolithenmasse und somit auf die Gesammtheit der Nervenendapparate derselben fortpflanzen kann. Die Ampullen und die Bogengänge sind dabei, wie bei den *Petromyzonten*,

nach aussen vorne, nach aussen hinten und gerade nach aussen gerichtet, während die Commissur und der *recessus* mit seiner *macula* im Wesentlichen nach oben sich kehrt und so, glaube ich, werden nicht blos gesonderte Empfindungen von den von vorne aussen, hinten aussen und von aussen her auftreffenden Schallwellen, wie bei den Neunaugen, sondern auch mittelst der Commissur und der *macula utriculi* eine solche von den von oben her kommenden zu Stande kommen können.

Nun hat sich ja aber die *macula vestibuli* bei allen diesen Thieren, während sie bei den *Cyclostomen* ungetheilt war und von den von oben aussen kommenden Schallwellen vorzugsweise getroffen wurde, vollständig in eine *macula utriculi*, deren Funktion ich eben behandelt, und in eine *macula sacculi* und *cochleae* mit entsprechend gesonderten Otolithen und Otolithenmassen getrennt und beide sind, wie bekannt, mit den Räumlichkeiten des häutigen Gehörorganes, in denen sie sich befinden, *sacculus* und *cochlea*, fast vollkommen von den oberen abgeschieden, so dass die Bewegung der endolymphatischen Flüssigkeit sich nur schwer, wenn überhaupt, in die unteren Räume, in die *pars inferior* fortpflanzen kann. Wodurch werden denn diese ausgedehnten Nervenausbreitungen erregt? Damit komme ich wieder auf die anfangs von mir aufgeworfenen Hauptfragen zurück. Trotzdem dass der Theil der Kapsel, welcher sie umschliesst, weit getrennt von der Oberfläche des Schädels, der Körperoberfläche überhaupt, an der Schädelbasis befindlich, wird derselbe doch wohl wegen der Continuität mit dem Theile der Gehörkapsel, der am Schädeldache zuerst von den Schallwellen direkt getroffen wird, ebenfalls in Bewegung gerathen, allein ich glaube, das Maass der Bewegung wird, einmal wegen der grossen Entfernung, zweitens aber, weil die Kapsel wegen der Nahtverbindungen der Knochen unter sich und mit benachbarten nicht homogen ist, geringfügiger sein. Somit, glaube ich, hat man an etwas Anderes zu denken und darauf weisen vor allen Dingen die *Clupeiden* hin. Bei diesen Thieren bildet der den Sack und die Schnecke umschliessende Theil der Gehörkapsel die Binnenwand der Rachenkiemenhöhle, was mehr oder minder auch bei den übrigen der Fall, und so sehen wir denn, dass Schallwellen, die ja direkt in die Kiemenhöhle treten können, die Aussenwand des unteren Theiles der Kapsel und somit die Aussenwand des darin eingeschlossenen *sacculus* und der Schnecke, und namentlich die des ersteren ist ausserordentlich zart, treffen können, wodurch dann wieder die Bewegung der Endolymphe, der Otolithen und somit der Nervenendapparate ausgelöst wird. Ja wir finden sogar bei den *Clupeiden* in der Aussenwand dieses Theiles der Gehörkapsel ein *foramen ovale*, das durch das Periost und die Rachenschleimhaut, schwingungsfähige Membranen, verschlossen ist, deren Bewegungen vollkommen mit der Schall-

bewegung correspondiren können und somit sehen wir hier einen zweifachen Apparat, einmal einen bestimmt für die Schallleitung durch die Kopfknochen, und einen für die aus der Rachenkiemenhöhle, welch letzterer wegen des Auftretens eines *foramen ovale* und des membranösen Verschlusses desselben am vollkommensten bei den *Clupeiden.* Diese bei den Häringen so ausserordentlich ausgebildete Leitung findet dann bei excessiven Bewegungen in der Endolymphe des *sacculus* und der Schnecke wiederum ihr Correktiv in dem Auftreten des *ductus endolymphaticus,* der allen Fischen zukommenden Vorhofswasserleitung.

Ich möchte die Fische nicht verlassen, ohne auf einen Umstand aufmerksam zu machen, dessen Wichtigkeit bei den Plagiostomen zuerst E. H. Weber in seiner berühmten Arbeit hervorgehoben. Auch diese besitzen in ihrer Gehörkapsel ausser der an der Schädeloberfläche befindlichen *apertura aquaeductus vestibuli* eine Oeffnung, die durch eine schwingungsfähige, das Periost fortsetzende Membran verschlossen ist und sich an der Commissur, an dem oberen Ende des hinteren Bogenganges befindet und in den bedeutenden, nach aussen vom häutigen Gehörorgane gelegenen, perilymphatischen Raum führt. So haben wir denn ausser der dicken Knorpelkapsel einen vollkommenen Leitungsapparat für die Schallwellen ins Innere derselben, die somit die peri- und endolymphatische Flüssigkeit direkt ohne Vermittlung der Knorpelkapsel, die ihre Bedeutung wie bei den übrigen Fischen besitzt, in Bewegung setzen und somit auch den Nervenvorgang, namentlich am Sack und an der Schnecke, nach aussen von welchen das *cavum perilymphaticum* sich vorzugsweise ausdehnt, auslösen können. Wir haben, wenn auch kein Homologon, so doch ein Analogon des *foramen ovale* und der *membrana tympani* der *Clupeiden* und somit ein Ohr, das weit vollkommener die Gehörempfindung hervorrufen kann, als es bei den übrigen Fischen möglich, und dazu gesellt sich dann noch der unter dem Integumente in seiner periostalen Hülle gelegene *saccus endolymphaticus,* der ebenfalls so gut wie direkt von den Schallwellen getroffen wird und die Bewegung seiner endolymphatischen Flüssigkeit durch den *ductus endolymphaticus* in den *sacculus,* respektive wie bei den Rochen, in den *recessus utriculi* fortpflanzen und somit eine Empfindung der direkt auftreffenden Schallwellen vermitteln kann. Ist es da zu verwundern, wenn *Clupeiden* und *Plagiostomen* vor allem ein feines Gehör besitzen?

Bei den Amphibien finden wir nun, wie bei den Fischen, die *pars superior,* namentlich in dem oberen Theile der Gehörkapsel, sehr oberflächlich, bedeckt von Weichtheilen und theilweise von den Knochen des Kiefergerüstes, in der Höhe des Schädeldaches gelagert, wenn auch nicht so unmittelbar unter dem Integumente wie bei den Fischen. Somit treffen die Schallwellen, wenn auch nicht so direkt, wie bei der niederen

Classe, die Kapseloberfläche, der die Bogengänge und das obere Ende der Commissur in derselben Weise, wie bei den Fischen, unmittelbar anliegen, während der untere Theil der Kapsel, der die *pars inferior, sacculus* und Schnecke, umschliesst, an seiner Aussenfläche, in einem *foramen vestibulare* oder *ovale* eingelassen, einen eigenen Schallzuleitungsapparat trägt, der oberhalb der Rachenhöhlenschleimhaut gelagert bis dicht unter das Integument an der Seitenfläche des Schädels sich erstreckt und hier, wie bei den *Ranae,* sich an einer schwingungsfähigen, elastischen *membrana tympani* befestigen kann.

Verfolgen wir nun, da wir in der Morphologie der *pars superior,* die die Ampullen, die zugehörigen Bogengänge, die Commissur, die Verbindungsröhre der hinteren Ampulle, den *recessus utriculi* und den *utriculus* selber umfasst, keine bedeutenden Differenzen von jetzt an bis zu den Menschen empor wahrnehmen können, bevor wir dann zur Betrachtung der viel wichtigeren *pars inferior,* dem Sacke und der Schnecke übergehen, dieselbe nach den gemeinsamen Gesichtspunkten durch die übrigen Classen der Wirbelthiere, so finden wir, dass einmal bei allen die Bogengänge sammt dem oberen Ende der Commissur mit ihrer Convexität wiederum der oberen Wand des Gehäuses unmittelbar anliegen, die zunächst, wie bei den Fischen, von den Schallwellen getroffen wird, und ferner, dass bei den meisten, namentlich den Landthieren, wie bereits erwähnt, das *cavum perilymphaticum* nur durch enge Oeffnungen mit dem der *pars inferior* communicirt und gewöhnlich von mehr oder minder dichten Fasersträngen, zuweilen sogar von einem dichten bindegewebigen Maschennetze wie bei den Schildkröten durchzogen ist. Ferner ist die Communication mit der *pars inferior* nicht blos nicht weiter geworden, sondern von den Fröschen angefangen wird sie im Gegentheile immer enger, und weiter finden wir, dass, wenn auch der *utriculus* mit dem *recessus* und seiner *macula* nicht ganz so vollkommen, wie bei den Fischen, in der Verlängerung der Commissur zu liegen kommt, derselbe dennoch wohl als direkte Verlängerung derselben anzusehen ist, und endlich, dass, je mehr wir uns den Säugern und den Menschen nähern, desto mehr die verticalen Bogengänge und die Ampullen nach vorne oben, respektive nach hinten unten zu liegen kommen und dass dann die Commissur, statt gerade nach oben zu sehen, nach hinten oben sieht, während der horizontale Gang beibleibt nach aussen gewandt zu sein. Weiter finden wir, dass von den Amphibien angefangen bis zu den Säugern immer mehr Knochenmassen und Weichtheile sich über die *pars superior* weglagern und somit dieselbe in ihrem knöchernen Gehäuse immer mehr der direkten Einwirkung der die Schädelknochen treffenden Schallwellen entziehen, so dass bei den höchsten Wirbelthieren immer mehr Massen in Bewegung gesetzt werden müssen, als es bei den nieder-

sten der Fall. Die Bewegung wird mit der Massenzunahme an Intensität verlieren und würde noch mehr verlieren, wenn nicht, wie bei den Crocodilen, Vögeln und Säugern, sämmtliche oder mindestens ein Theil der überlagernden Knochen spongiös wäre, lufthaltige Hohlräume umschlösse. Ich glaube somit, dass auch bei den Amphibien, den Reptilien, Vögeln und Säugern die *pars superior* mit ihren Nervenausbreitungen, den drei *cristae* und der *macula utriculi*, der Kopfknochenleitung dient, die Schallwellen zur Perception bringt, die die Bewegung in den Knochen des Schädeldaches, respektive in der Luft der Hohlräume derselben auslösen, eine Bewegung, die sich dann auf die Knochen der Gehörkapsel, von da auf die anliegenden convexen Wandungen der Bogengänge mit der in ihnen enthaltenen Endolymphe fortpflanzt und durch sie zu den zugehörigen Ampullen, respektive zu dem *recessus utriculi*, allenfalls zu der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle und somit zu dieser selbst geleitet wird, wo sie in ersteren auf die queren, frei vorspringenden *cristae* mit ihren Nervenendapparaten, in letzterem auf den Otolithen und durch denselben auf den von ihm überlagerten Nervenendapparat, respektive der *crista* der hinteren Ampulle trifft, die sämmtlich in die entsprechende Bewegung gesetzt werden. Ich glaube ferner, dass durch die eigenthümliche Stellung der Ampullen, der Commissur, des *utriculus* mit seinem *recessus* und der Verbindungsröhre der hinteren, alleinstehenden Ampulle die Amphibien und Reptilien befähigt werden, vorzugsweise von vorne aussen, hinten aussen und von aussen und oben kommende Schallwellen in ihrer Richtung zu unterscheiden, und zwar einmal durch die drei Ampullen mit ihren Bogengängen und dann durch die Commissur, den *utriculus* mit seinem *recessus* und vielleicht der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle und dieser selbst. Bei den Vögeln, den Säugern und den Menschen würde dann vorzugsweise eine Richtung des Schalls von vorne, hinten, aussen und oben hinten zum Bewusstsein kommen können, da die einzelnen, dem Orte der Erregung der Bewegung an der Gehörkapsel zunächst gelegenen Theile, Bogengänge und oberes Ende der Commissur diese Richtung besitzen. Nun wird man freilich gegenüber der Ausschliesslichkeit dieser Funktion der *pars superior*, die ja übrigens, wie schon früher bemerkt, nicht einmal ausschliesslich ist, sondern einmal wegen der Continuität der Knochen der Kapsel und zweitens, namentlich bei den Wasserthieren, wegen des Zusammenhanges der *cava perilymphatica*, auch zum geringen Theile der *pars inferior* zukommt, einwenden, dass bei den Säugern und den Menschen doch beobachtet wird, dass der *recessus utriculi* mit seiner *macula acustica*, die fast den ganzen *utriculus* einnimmt, in den Bereich des ausgedehnten *cavum perilymphaticum* des Vorhofs nach aussen vom *sacculus* fällt, welches sich nach innen von der *basis stapedis*, des Schallzuleitungsapparates, so

beträchtlich ausbreitet und somit der durch die Schallwellen erregten Bewegung der Flüssigkeit folgen muss, was bei den niederen Wirbelthieren höchstens in einem beschränkten Maasse der Fall. Entweder liegt nämlich bei ihnen der *recessus* in einer eigenen Knochenhöhle, die nur wenig mit dem zu dem Schallzuleitungsapparate in Beziehung tretenden, nach aussen vom *sacculus* befindlichen *cavum perilymphaticum* communicirt, oder er wird, wie es bei den Eidechsen z. B. in hohem Grade der Fall, von dem mächtig ausgedehnten *sacculus* mit seiner Otolithenmasse überlagert. Warum wird nun bei den Säugern und den Menschen die endolymphatische Flüssigkeit des *utriculus* nicht der Bewegung der perilymphatischen Flüssigkeit des *vestibulum*, die durch die Schwingungen des Schallzuleitungsapparates der Gehörknöchelchen hervorgerufen ist, folgen und somit durch die Erregung der Nervenendapparate der *macula utriculi* eine Gehörempfindung hervorgerufen werden? Dabei ist der Umstand zu beachten, dass die *macula* allein von allen Wirbelthieren, bei den Säugern und den Menschen sich vorzugsweise an der Aussenwand des *recessus utriculi*, des *sacculus hemiellipticus* ausdehnt, während sie sonst am Boden, an der Unterwand befindlich, und dass sie gleichzeitig dort, wo sie auftritt, einmal von zahlreichen Nervenfasern überlagert erscheint und dann die Wand so ausserordentlich verdickt ist, dass sie Bewegungen im *liquor perilymphaticus* nicht unbedeutenden Widerstand zu leisten im Stande ist. Jedenfalls werden sie sich nur ausserordentlich schwer in die endolymphatische Flüssigkeit des *utriculus* fortpflanzen können. Könnte aber auch mittelst der *macula utriculi* eine durch die Schwingungen der Gehörknöchelchen hervorgerufene Nervenbewegung und somit eine Gehörempfindung zu Stande kommen, so glaube ich doch, dass dieser *modus*, wie bei den übrigen Wirbelthieren, gegenüber der durch die Knochenleitung hervorgerufenen zurück steht. Diese durch die Kopfknochen hervorgerufene Bewegung afficirt die gesammten Nervenendapparate, so dass wir hier, wie bei den Fischen, durch die einzelnen Abtheilungen der *pars superior* einfache, qualitative Gehörempfindungen vermittelt sehen.

Sehen wir nun zu, welche physiologische Bedeutung den morphologischen Verhältnissen, der *pars inferior*, dem *sacculus* und der Schnecke zukommt, so habe ich bereits erwähnt, dass, wie es schon bei den *Clupeiden* der Fall, derjenige Theil der Gehörkapsel, welcher diese Theile umschliesst, ganz constant bis zu den Menschen empor die Oeffnung zur Einfügung des Gehörknöchelchenapparates zeigt, dessen Stossrichtung bei sämmtlichen Thieren so geht, dass derselbe senkrecht auf die Aussenwand der ihm gegenüberliegenden Theile trifft. Diese können nun entweder, wie bei den Amphibien, der ganze Sack und die gesammte Schnecke, oder wie bei den Reptilien vorzugsweise der Sack und die

Basis, der obere Theil der Schnecke, oder wie bei den Vögeln, hauptsächlich die Schneckenbasis und nur theilweise der *sacculus*, oder wie bei den Säugern und den Menschen, ausschliesslich der *sacculus* sein. Somit sehen wir denn, dass in den meisten Fällen der *sacculus*, und zwar die Aussenwand desselben, in der Stossrichtung der Gehörknöchelchen, respektive, wie bei den *Clupeiden*, vorzugsweise gegenüber der schwingenden Membran des *foramen ovale* liegt. Weiter sehen wir als durchstehend, dass die Aussenwand der Theile von dem Schallzuleitungsapparate durch ein beträchtlich ausgedehntes *cavum perilymphaticum* getrennt ist und dass somit zunächst nicht wie an der *pars superior* die Wand des häutigen Gehörorganes in Bewegung geräth, sondern die perilymphatische Flüssigkeit, die dann wieder, ohne von Seiten der ausserordentlich zarten Aussenwand der *pars inferior* ein Hinderniss zu erfahren, die Endolymphe in Bewegung setzen kann. Ferner finden wir, dass von den Amphibien angefangen die Schnecke sich immer mehr vom *sacculus* differenzirt, immer weiter auswächst und zwar ein besonderer Theil derselben, die *pars basilaris*, mit der in der Lichtung des Knorpelrahmens derselben ausgespannten Membran, die bei den Säugern und den Menschen die einzige Trägerin der *macula acustica* ist und sich dadurch als der wichtigste Bestandtheil der Schnecke darthut, während sie bei den Reptilien und den Vögeln einem immer grösser werdenden Theile derselben zum Widerlager dient. Diese wachsende Differenzirung geht Hand in Hand mit einem wachsenden Engerwerden der Communication zwischen Schnecke und Sack, einer immer grösseren Selbständigkeit der Schnecke und das weist, meine ich, wie bei der *pars superior* und *inferior in toto*, auf eine Differenz in der physiologischen Funktion beider Theile hin, die sich von vorne herein dahin präcisiren lässt, dass, von den Reptilien angefangen, der *sacculus* ausschliesslich Vermittler einer durch die Bewegungen des besonderen Schallzuleitungsapparates bedingten, einfachen Gehörempfindung ist, während dagegen die Schnecke freilich auch eine solche vermitteln kann, aber, von den Reptilien angefangen, immer mehr dazu dient, die durch die Gehörknöchelchen hervorgerufene Bewegung in einen Nervenvorgang umzusetzen, der im Centralorgane die Tonempfindung bedingt, eine Funktion, die wohl bei den Säugern und den Menschen, vielleicht auch schon bei den Vögeln, nahezu als ausschliesslich anzusehen ist.

Ist bei den *Clupeiden* die Aussenwand, namentlich des *sacculus* und auch der Schnecke, der in dem Homologon des *foramen ovale* der höheren Thiere ausgespannten Membran, dem Analogon der *membrana tympani*, entgegengewandt, die durch Schallschwingungen in der Kiemenrachenhöhle in Bewegung gesetzt wird, welche Bewegung sich dann in den Sack und die Schnecke durch die Endolymphe und mittelst der Oto-

lithen auf die Nervenendapparate, die *maculae acusticae* fortpflanzen und somit eine einfache Gehörempfindung auslösen kann, so ist das auch bei den Amphibien der Fall. Namentlich bei *Siredon*, *Triton* und *Salamandra* sahen wir die zarte Aussenwand des ungemein ausgedehnten *sacculus* und die dicke der kleinen *lagena*, zu denen sich bei den Fröschen die derbe *membrana Reissneri* gesellte, dem *foramen ovale* und der *basis columellae* entgegengewandt und diese wird bei denjenigen Thieren, die wie *Siredon*, *Triton* und *Salamandra* kein Trommelfell besitzen, theilweise wohl von den Schallwellen in der Rachenhöhle in Bewegung gesetzt, da, wie das auch bei den Schlangen der Fall, die *columella* bei *Siredon* der Schleimhaut derselben ausserordentlich nahe liegt, ebenso nahe wenigstens, wie dem äusseren Integumente, und so sehen wir denn Verhältnisse, die einigermassen mit denen der *Clupeiden* übereinstimmen. Bei *Rana* wird dagegen, wie bei allen höheren Thieren, die Bewegung vorzugsweise durch das Trommelfell vermittelt und die Rachenleitung, die bei diesen Thieren durch die *tuba* geht, welche wenigstens bei ihnen und den Reptilien, mit Ausnahme der Crocodile, weit offen ist, tritt, wenn sie auch nicht ausgeschlossen, so doch in den Hintergrund. Da bei allen Amphibien die Aussenwand des *sacculus* ausserordentlich zart, die Aussenwand der *lagena* dagegen, oder die *membrana Reissneri* bei den Fröschen sehr derb, so wird letztere wenigstens der direkten Fortpflanzung der Bewegung in die endolymphatische Flüssigkeit bedeutenden, erstere dagegen gar keinen Widerstand leisten, allein da Schnecke und Sack weit mit einander communiciren, so wird sich die Bewegung der Endolymphe des *sacculus* einfach auf die der Schnecke fortpflanzen und sowohl hier wie dort die gesammten Nervenendapparate der *maculae* ansprechen und zwar in dem Sacke durch die Bewegung der ungemein entwickelten, die endolymphatische Flüssigkeit auf geringe Theile des Sackbinnenraumes beschränkenden Otolithenmassen. Da die Bewegung der Endolymphe in dem Sacke und der Schnecke wegen der kaum nennenswerthen Ausdehnung der letzteren gegenüber dem ersteren als nahezu gleichzeitig anzusehen, so werden auch die gesammten Nervenendapparate der *maculae* so gut wie gleichzeitig und auf dieselbe Weise erregt, und es wird somit auch wohl die Gehörempfindung nur eine einfache sein. Die Bewegung kann sich nur mehr oder minder schwer auf die *pars superior* fortpflanzen, weil einmal die Quantität der Endolymphe wegen der Ausdehnung der Otolithen im Sacke an und für sich eine unbedeutende und dann, weil die Communication immerhin verhältnissmässig eng und die Sackwände gegenüber der *pars superior* sehr selbständig, so dass Bewegungen derselben oder der Otolithenmassen sich nicht unmittelbar *per contiguitatem* in weiter Ausdehnung auf die Wände des oberen, eigentlichen Labyrinthes fortsetzen können und das gilt, wie

ich ein für alle Mal hervorheben will, für sämmtliche noch zu betrachtenden Wirbelthiere mit der Restrinktion, die ich bereits früher hervorgehoben. Die Bewegung der Otolithenmassen ist, da sie senkrecht von aussen auf der Fläche von der Bewegung der Flüssigkeit getroffen werden, der Art, dass sie gegen die Nervenendapparate der an der Innenwand, respektive, wie bei der *lagena*, an dem inneren Theile der Hinterwand befindlichen *maculae acusticae* drücken, wie ich das ebenfalls für die Fische annehme.

Bei den Schlangen, Blindschleichen, Eidechsen und Schildkröten nun, die im Wesentlichen übereinstimmende morphologische Verhältnisse zeigen, so dass die physiologischen kaum einer für jede Classe gesonderten, eingehenden Betrachtung bedürfen, während das allerdings schon für die Crocodile nöthig, finden wir den namentlich bei den Blindschleichen und Eidechsen ungeheuer ausgedehnten Sack und die Basis der sehr selbständig gewordenen, in ihrer *pars basilaris* immer mehr auswachsenden und nach unten und hinten von dem *sacculus* zum Vorschein kommenden Schnecke mit ihren Aussenwänden dem Schallzuleitungsapparate im *foramen vestibulare* entgegengekehrt. Die Aussenwand des *sacculus* ist wieder ausserordentlich zart, die der Schnecke aber, die *membrana Reissneri,* nicht minder, so dass keine derselben irgend ein Bewegungshinderniss abgiebt. Die Aussenwand des *sacculus* und die *membrana Reissneri* des oberen Schneckentheiles bilden nun auch hier die Innenwand eines gegen das *foramen ovale,* dagegen nur in immerhin geringer Ausdehnung, am meisten bei *Chelonia,* an der *pars superior* sich fortsetzenden, mächtigen *cavum perilymphaticum,* das mit der Perilymphe angefüllt an der Vorderwand der Schneckenbasis in eine weite, an der Schneckeninnenwand gelegene Röhre sich fortsetzt, die als eine äussere Wand die ganze *membrana basilaris* besitzt und durch das *foramen rotundum* weiter verläuft. Jede Bewegung also, die durch Vermittlung des Gehörknöchelchens in der perilymphatischen Flüssigkeit entsteht, wird sich mit Leichtigkeit durch die weite Röhre des *ductus perilymphaticus* fortpflanzen können, und somit wird sich die Bewegung nicht blos durch die Sack- und Schneckenaussenwand in die Endolymphe der beiden Theile fortpflanzen und somit die Nervenendapparate der *macula sacculi* durch Hülfe der Otolithenmasse, sowie die Gesammtheit derselben in der *macula* der *pars basilaris* und der *lagena* erregen, sondern die durch den *ductus perilymphaticus,* der Schneckenwasserleitung fortgepflanzte Bewegung wird auch gesondert die *membrana basilaris,* die ja die eine Wand desselben bildet und den auf ihr befindlichen Theil der *macula acustica* mit ihren Nervenendapparaten ansprechen können. Was dieser letztere Umstand zu bedeuten hat, darauf komme ich bei der Schilderung der histologischen Verhältnisse der Basilarmembran zurück.

Jedenfalls sehen wir so viel, dass in demselben Augenblicke, wo die *membrana basilaris* einen Theil der Nervenendapparate, was bei den Fröschen und Salamandern nicht der Fall, trägt, eine Einrichtung vorhanden ist, dieselbe direkt in Schwingungen zu versetzen. Diese Bewegung in der Endolymphe und in der Basilarmembran der Schnecke setzt sich sicherlich wegen der Enge der Communication, die ja bei den Blindschleichen und Eidechsen den höchsten Grad erreicht, nicht bis in den *sacculus* fort. Da der Otolith des Sacks den Binnenraum desselben beinahe ganz ausfüllt und durch die Bewegung der Flüssigkeit bei der Bewegung der *columella* nach innen gegen die gesammte *macula* und deren Nervenendapparate getrieben wird, wird somit auch hier die einfache Gehörempfindung ausgelöst. Jedes Uebermaass der Bewegung wird im Sacke der Reptilien, wie in der Schnecke und dem *sacculus* der Amphibien und Fische durch den in den *sacculus* mündenden und die Gehörkapsel durchbohrenden *ductus endolymphaticus s. aquaeductus vestibuli*, verhindert, während dasselbe bei den Reptilien mit gesonderter Schnecke vorzugsweise durch den peripherisch weiter verlaufenden *ductus perilymphaticus*, den *aquaeductus cochleae* ausgeglichen wird.

Bei den Crocodilen, den Vögeln, den Säugern und den Menschen ist nun meiner Ansicht nach das physiologische Verhalten des *sacculus* im Wesentlichen dasselbe, wie bei den niederen Reptilien, mit der Ausnahme, dass die Bedeutung desselben für das Zustandekommen der einfachen Gehörempfindung bei Schwingungen des Schallzuleitungsapparates bei den Crocodilen geringer, als bei den Eidechsen, bei diesen aber wieder grösser, als bei den Schlangen, bei den Vögeln dann wieder bedeutend geringer, als bei den Crocodilen, bei den Säugern und den Menschen dann wieder etwas grösser, als bei diesen, und das wird bedingt durch die bald grössere, bald geringere relative Ausdehnung des *sacculus* und dessen *macula*, die freilich nicht ganz als proportional anzusehen sind, und der Zahl der Nervenendapparate. Im Uebrigen gilt auch für diese Thiere, was für die übrigen Reptilien galt, dass die Fortpflanzung der Bewegung der Endolymphe des *sacculus*, respektive des Otolithen einmal auf die *pars superior* und zweitens auf die Schnecke und von dieser wieder in den Sack wegen der immer grösser werdenden Enge der Communicationen als nahezu ausgeschlossen anzusehen ist.

Wie verhält es sich nun aber mit der Schnecke? Das nach aussen von dem *sacculus* im Vorhofe oder in der *cavitas vestibuli* befindliche *cavum perilymphaticum*, dessen Flüssigkeit durch die Stösse der Gehörknöchelchen in Bewegung gesetzt wird, findet sich nicht allein auf die Schneckenbasis beschränkt und setzt sich durch den *ductus perilymphaticus* und das *foramen rotundum* ausserhalb der Gehörkapsel fort, sondern wir sehen dasselbe sich über die gesammte Aussenwand der Schnecke oder

das Homologon derselben bei den niederen Reptilien, über die *membrana Reissneri* abwärts gegen die Spitze, an der Aussenwand der *lagena* oder dem häutigen Kuppelblindsacke erstrecken und hier im Grunde der knöchernen *lagena,* des knöchernen Kuppelblindsackes, sich in die *scala tympani*, das Homologon des *ductus perilymphaticus* der niederen Reptilien, an der Innenwand der *lagena* öffnen. Diese *scala* verläuft ja an der *membrana basilaris* nach oben gegen das *foramen rotundum* und öffnet sich entweder durch dasselbe, oder, wenn es, wie bei den höheren Vögeln, den Säugern und den Menschen, durch die *membrana tympani secundaria* verschlossen ist, durch den *aquaeductus cochleae.* Jede Bewegung also im *cavum perilymphaticum* muss sich durch die ganze *scala vestibuli,* an der ganzen Schneckenaussenwand, über den häutigen Kuppelblindsack (*helicotrema*), in die ganze *scala tympani,* an die gesammte Schneckeninnenwand und somit die Basilarmembran fortpflanzen, und die Zahl der Schwingungen der Knöchelchen, speciell der *basis columellae s. stapedis* muss sich an der ganzen Basilarmembran und in der Endolymphe wiederholen und sich somit auch an der *membrana tympani secundaria* geltend machen, und das ist ja auch bis zu einem gewissen Grade unter der Voraussetzung eines bestimmten Druckes, unter dem die Perilymphe stehen muss, unter Helmholtz's Leitung von Burnett [1]) direkt bei Säugethieren und den Menschen nachgewiesen. Excessive Bewegungen werden auch hier entweder durch den *ductus perilymphaticus* und den peripherischen Abfluss desselben, durch das *foramen rotundum,* oder, wie bei den Säugern und den Menschen, durch den *aquaeductus cochleae,* wenn auch wegen der Enge des Abflussrohres kaum so vollkommen, wie bei den niederen Thieren, ihr Correktiv finden, ganz abgesehen von dem Muskelapparate, der sich bei Vögeln und Säugern an die Gehörknöchelchen anheftet. Die Bewegung der Gehörknöchelchen wird also eine Bewegung längs der ganzen *membrana basilaris,* die ja bei den Säugern und Menschen nahezu den ganzen häutigen Kuppelblindsack absorbirt, und an der darauf befindlichen *macula acustica* auslösen, andererseits wird sich aber auch die Bewegung durch die *membrana Reissneri,* da sie auch längs dieser verläuft und diese Haut immerhin zart erscheint, am zartesten bei den Säugern und Menschen, etwas weniger bei Reptilien und Vögeln, bei denen sie möglicherweise ein Bewegungshinderniss sein kann, in der Endolymphe und somit an den Nervenendapparaten der *macula* und durch die Otolithenmasse der *lagena* der Crocodile und Vögel an den Nervenendapparaten der *macula* dieses Schneckentheils, in ihrer Gesammtheit geltend machen. Die letztere Bewegung, die der Endolymphe der *scala cochlea-*

1) An investigation concerning the mechanism of the ossicles of hearing. Archiv für Augen- und Ohrenheilkunde. Vol. II. 1872.

ris, wird demnach, da sie die Gesammtheit der Nervenendapparate wie im *sacculus* trifft, gegenüber der durch die *membrana basilaris* vermittelten, die wir später besonders betrachten wollen, eine einfache Gehörempfindung veranlassen. Keine kann sich aber in irgendwie nennenswerther Weise nach oben hin gegen den *sacculus* fortpflanzen, da die Communication des *canalis reuniens*, wie wir wissen, ausserordentlich eng und höchstens in Verbindung mit dem *ductus perilymphaticus* als eine Art Sicherheitsventil betrachtet werden könnte.

So habe ich denn versucht, aus den gegebenen morphologischen Verhältnissen in der Thierreihe allgemeine physiologische Folgerungen zu ziehen, und es frägt sich nun noch, ob denn das Gehörorgan allein Vermittler der Gehörempfindungen ist, oder ob dasselbe noch eine andere Rolle spielt. Wir wissen ja aus den Versuchen von Flourens, die in der Neuzeit vorzugsweise durch Goltz erweitert worden sind, dass durch eine entweder partielle, oder totale Zerstörung der *pars superior,* die bei den Vögeln leicht vorgenommen werden kann, eigenthümliche Gleichgewichtsstörungen eintreten, die darauf hinzuweisen scheinen, dass gerade der Bogenapparat, an dem ausschliesslich experimentirt wurde, in näherer Beziehung zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes steht, ja es scheint Vieles darauf hinzuweisen, dass das sogar seine wesentlichste Funktion ist. Ich habe diese Experimente theilweise an Vögeln, vor allem aber mit einem meiner Schüler, Dr. Rupprecht, an Fröschen nachgemacht und ich habe gerade diese Thiere gewählt, weil es bei ihnen ausserordentlich leicht gelingt, alle möglichen Nebenumstände, Blutungen, Zerstörungen der Knochen und Gehirnverletzungen auszuschliessen. Es ist möglich, eine subcutane Zerstörung des gesammten Gehörorganes innerhalb der Kapsel ohne den geringsten Blutverlust, sogar fast ohne Abfluss der peri- und endolymphatischen Flüssigkeit vorzunehmen. Wir bedienten uns zur Ausführung unserer Experimente einer geraden, starken und einer an der Spitze hakenförmig gekrümmten Nadel, mit welcher ersteren wir die Gehörkapsel an einer gleich näher anzugebenden Stelle anbohrten, um dann mit vorsichtigem Hineinführen der gekrümmten Nadel in die Bohröffnung eine totale Zerstörung des Gehörorganes vorzunehmen. Wir trennten gewöhnlich die Haut mittelst eines Längsschnittes in der Mitte der Hinterhauptsgegend und zogen die Wundränder vorsichtig auseinander, bis wir die die Oberfläche der Labyrinthkapsel deckende Muskulatur und das über dieselbe verlaufende, als Anhaltspunkt wichtige Gefäss zu Gesicht bekamen. Die gerade Nadel wird ein wenig lateralwärts von demselben senkrecht durch die Muskulatur auf die Oberfläche der Gehörkapsel gestossen und trifft dort auf die Knorpelmasse, in der sich das rudimentäre *epoticum* (Taf. XVIII, Fig. 4 *d*) entwickelt, und es gelingt jetzt, wenn der Stich richtig geführt,

mit Leichtigkeit, eine Oeffnung in die Gehörkapsel zu bohren, in dieselbe die hakenförmig gekrümmte Nadel hineinzuführen und die Zerstörung des häutigen Gehörorganes, sei es auf einer oder auf beiden Seiten, vorzunehmen. Bei einseitiger Zerstörung beobachtet man dann gewöhnlich gleich ein Hängen des Kopfes auf die Seite, beim Sprunge vorwärts eine laterale Abweichung und Verlust des Gleichgewichts, das noch deutlicher bei doppelseitiger Zerstörung auftritt, wobei sich die Thiere dann beim Sprunge oder beim Schwimmen regelmässig überkugeln. Wir conservirten die operirten Thiere lange Zeit, ohne eine Abnahme der bemerkenswerthen Erscheinungen zu beobachten, nur die schräge Kopfhaltung pflegte nach kurzer Zeit zu verschwinden.

Es frägt sich nun, welche Erklärung wir für diese Störung des Vermögens der Thiere, das Gleichgewicht aufrecht zu erhalten, haben, möge die Zerstörung sich auf einen Theil des Gehörorganes, oder auf das gesammte ausdehnen, möge ferner die Störung wie bei Vernichtung eines einzelnen Bogenganges in bestimmter Richtung vorhanden, oder eine totale sein? Ich will durchaus nicht meine Untersuchungen als irgendwie nach der physiologischen Seite hin eingehende und erschöpfende ausgeben, sie wurden lediglich unternommen, um die Erscheinungen aus eigener Erfahrung kennen zu lernen, die sich dann freilich bei Eingriffen, die ausschliesslich die Verletzung des häutigen Labyrinthes mit sich führten, vollkommen bestätigten. Ich glaube aber, dass wir nicht absolut genöthigt sind, dem häutigen Gehörorgane selbst eine Rolle als Träger des Vermögens der Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes zuzutheilen, wofür auch der Umstand von vorne herein spricht, dass ausser dem specifischen Sinnesnerven, dem *acusticus*, dessen Funktion ausschliesslich durch meine, wie ich glaube, reine Resultate gebende Zerstörungsmethode aufgehoben wird, kein anderer Nerv sich aus dem Bereiche der *medulla oblongata* an demselben verbreitet. Mir ist deshalb der Gedanke an eine andere Möglichkeit gekommen, die ich hiermit auf die Gefahr hin, dass mir das schöne *ne sutor ultra crepidam* entgegengerufen wird, vorzubringen wage, um so mehr, weil ihr nicht jegliche anatomische Basis fehlt. Ich glaube, man dürfte daran denken, dass die Ganglienzellen der Centralorgane, aus denen die Fasern des *acusticus* in der *medulla oblongata* entspringen, nicht allein dazu bestimmt sind, den Nervenvorgang des Gehörnerven in Gehörempfindung umzusetzen, sondern auch durch ihre Verbindungen mit denjenigen Centralorganen, die das Bedingende der Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes, als wichtige Theile dieser selber mit anzusehen sind. In dem Augenblicke nun, wo ein Theil des Gehörorganes oder das Ganze zerstört wird, wird entweder das ganze oder ein Theil des Centralorganes des *acusticus* ausser Funktion gesetzt, und es würde dann damit ein Theil

der Centralorgane, die für das Aufrechterhalten des Gleichgewichts nothwendig ausser Funktion treten und somit eine Störung des Vermögens bedingen. Mag dem nun sein, wie ihm wolle, die Anatomie giebt keine Anhaltspunkte dafür, dass das Gehörorgan selber mit seinen Nervenendapparaten eine andere Funktion habe, als die, die Schallbewegung in Nervenbewegung des *acusticus* umzusetzen und dadurch die Gehörempfindung im Centralorgane auszulösen, wohl aber dafür, dass jede Faser des *acusticus,* ohne sich mit anderen zu verbinden und somit isolirt seine Erregung leitend zuerst in eine Ganglienzelle sich einsenkt, die dann wieder centralwärts einen Fortsatz ausschickt, der möglicherweise im Gehirne wieder einen gesonderten Centralapparat besitzt, so dass jede für sich eine Empfindung vermitteln kann, wie ich das im ganzen Verlaufe meiner Darstellung festgehalten habe. Die Ampullen, der *recessus utriculi* vermitteln dabei die durch die Knochenleitung hervorgerufene einfache Gehörempfindung, während der *sacculus* Vermittler der durch die Bewegungen des besonderen Schallzuleitungsapparates hervorgerufenen einfachen Gehörempfindung ist und die Schnecke dagegen wenigstens bei den höheren Thieren vorzugsweise, um nicht zu sagen ausschliesslich, den Tonempfindungen dient.

Ich wende mich jetzt zur vergleichenden Histologie des Gehörapparates und ich will da zunächst in wenigen Worten das allen Wirbelthieren gemeinsame Verhalten des *nervus acusticus* und der Endapparate desselben voranstellen und das wiederholt sich, ob wir es nun mit den Ampullen, dem *recessus utriculi,* dem *sacculus* oder der Schnecke zu thun haben. Dabei kann ich freilich nur das periphere Verhalten des *acusticus* in Betracht ziehen, da mir über das Verhalten im Centralnervensysteme die eigenen Erfahrungen fehlen.

Nachdem der *nervus acusticus* das Gehirn verlassen, geht jede einzelne Faser desselben, die nur bei den *Cyclostomen* aus einem Axencylinder in einer kernhaltigen Scheide besteht, bei den übrigen Vertebraten aber doppelt contourirt, also ausserdem mit einer Myelinscheide versehen erscheint, in eine bipolare Ganglienzelle über und bildet den centralen Fortsatz derselben. Von dieser geht dann wieder peripherisch eine Nervenfaser von demselben kernhaltigen oder doppelt contourirten Aussehen weiter, die, ohne sich mit benachbarten zu verbinden, an die Wand des Gehörbläschens tritt, innerhalb derselben mit anderen ein mehr oder minder reichliches Flechtwerk bildend, ohne dass es zu Verbindungen kommt, gegen die freie Binnenwand aufsteigt und nun entweder ohne weitere Veränderung ins Epithel tritt, oder innerhalb der Wandung die Myelinscheide abwirft, um als blasscontourirte Faser (Axencylinder mit Schwann'scher Scheide) im Epithel weiter zu verlaufen. Als doppeltcontourirte Faser finden wir sie häufig bei den Kno-

chenfischen im Epithel, während sie bei den übrigen von mir untersuchten Wirbelthieren stets blass erscheint. In das Epithel getreten, zerfällt dann die Nervenfaser entweder in eine unbestimmte, wechselnde Zahl von Aesten, wie bei sämmtlichen niederen Wirbelthieren bis zu den Vögeln empor, oder in zwei bis drei, wie bei diesen, den Säugern und den Menschen. Diese bilden dann innerhalb des Epithels einen intraepithelialen Plexus, ohne jedoch Verbindungen mit einander einzugehen. Jeder ist von dem anderen durch Hülfe der indifferenten Epithelzellen, der Isolationszellen getrennt, um dann nach kürzerem oder längerem Verlaufe an das untere Ende specifischer Sinneszellen, der Gehörzellen zu treten. Es kommt aber auch häufig vor, dass der Axencylinder direkt, ohne Theilung an das untere Zellende geht und diese Differenz weist, meine ich, deutlich darauf hin, wie ich das schon früher hervorgehoben, dass das eigentliche Ende der Nerven nicht am centralen Ende der Hörzelle befindlich, respektive dass diese nicht selbst als Nervenende anzusehen, sondern eben nur Trägerin der Nervenenden ist. Das Epithel, ursprünglich einfaches Cylinderepithel, differenzirt sich zu Isolations- und Hörzellen, welche erstere sich niemals mit Nerven verbinden, sondern denselben nur den Durchtritt gestatten und einfache Cylinder repräsentiren, die mit ihrem centralen Ende, das den Kern trägt, der Wandung des Gehörbläschens aufsitzen und zugleich durch Verbindungen unter einander ein gröberes oder engeres, protoplasmatisches Netzwerk für die Nervenfasern oder Fäserchen, für den intraepithelialen Plexus bilden, während das periphere, feine Ende sich zwischen die einzelnen Gehörzellen erstreckt und dieselben mehr oder minder von einander isolirt. Dies ist am wenigsten bei den niederen, mehr schon bei den höheren Wirbelthieren der Fall. Die Hörzellen stellen ebenfalls Cylinder dar, an deren centrales Ende also die Nervenfaser geht. Sie besitzen eine flaschenförmige Gestalt mit dem Kerne im Bauche der Flasche und zeigen an der freien, dem Binnenraume zugewandten Fläche einen cuticularen Verdickungssaum, von dem sich die Basis eines langen, ungemein spitz auslaufenden, starren Haares erhebt, das, in der Längsrichtung gestreift, die Zusammensetzung aus mehreren bekundet. Sämmtliche Haare erheben sich über die freie Epithelfläche und jedes derselben taucht in einen mit endolymphatischer Flüssigkeit gefüllten. weiten, glockenförmigen Hohlraum, der sich an der dem Nervenepithel aufruhenden Fläche einer cuticularen Membran befindet, die entweder als *membrana tectoria*, oder als Otolithensackmembran auftritt. Jede Gehörzelle bekommt eine feine Nervenfaser, die jedoch mit Sicherheit nur bis an das untere Ende der Hörzelle verfolgt ist, sich aber wahrscheinlich, wie auch Hensen[1]) gefunden, durch das Centrum der Zelle

1) Zeitschrift für Ohrenheilkunde. 1871.

bis unter den Basalsaum, vielleicht unter Theilung, erstreckt, möglicherweise aber auch unter Theilung über die Aussenfläche verläuft. Jedenfalls ist aber ein Herantreten der feinsten Nervenfasern an den Basalsaum, an die Basis des Gehörhaares aus physiologischen Gründen nothwendig und ob dieselben nun hier in eigenen Körperchen enden, wie HENSEN solche bei den Säugern und Menschen gefunden, oder ob sie nach Theilung durch die Basalsäume in die Basen der Haare sich erstrecken und hier frei mit leicht veränderlichen Körperchen nach Art der knopfförmigen Endigungen sensibler Nerven ihr Ende finden, das muss weiterer Forschung vorbehalten bleiben.

Ich möchte auf einen Umstand aufmerksam machen. WALDEYER[1]) hat bei sämmtlichen von ihm untersuchten Thieren die einfachen Gehörhaare geleugnet und stets gefunden, dass das freie Ende der Gehörzelle von einem Büschel kleiner Härchen überragt ist, deren Existenz nach ihm durch die von mir schon gesehene Streifung des Gehörhärchens angedeutet ist. Ich kann nicht anders, als an meiner bisherigen Ansicht von der einfachen Natur der Gehörhaare festhalten, die im lebenden Zustande nie in einzelne Härchen aufgelöst werden, glaube aber die Möglichkeit der Lösung dieser Differenz in folgendem Umstande zu finden. Bei der Betrachtung der feinen Härchen WALDEYER's findet man, dass die Durchmesser aller zusammengenommen durchaus nicht dem Durchmesser der Basis des einfachen Haares entsprechen, wie sie es eigentlich müssten, wenn sie die Gehörhaare constituiren. Der Durchmesser der Basis des Haares entspricht dem des Verdickungssaumes der Zelle und so halte ich es für möglich, dass es sich um innerhalb der Basis des Gehörhärchens befindliche, zarte Fäserchen oder Stiftchen handelt, die eben die Streifung des Haares bedingen. Möglicherweise stehen sie in irgend einer Beziehung zum Nervenende und wäre das der Fall, so könnte die Nervenerregung, die durch die Bewegung des Gehörhaares hervorgerufen wird, nicht besser ausgelöst werden, als durch Elemente, die innerhalb des sich bewegenden Theiles befindlich.

Somit sehen wir denn überall die aus einer bipolaren Ganglienzelle hervorgegangene Acusticusfaser, ohne Verbindungen mit benachbarten einzugehen, mit ihren feinsten Fäserchen zu einfachen, zelligen Gebilden ziehen, die mit einem durch die Schallwellen erregbaren Haare versehen sind. Diese Bewegung theilt sich dann dem letzten, freien Nervenende in oder an der Hörzelle mit. Das letzte Nervenende ist also, wie wohl auch bei allen übrigen Sinnesapparaten, frei zu denken. Die Hörzelle ist somit nicht nervöser Natur, sondern nur Träger des Nerven,

---

1) Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Thiere von STRICKER.

accessorischer Apparat, befähigt durch seine Anlagerung an Nervenenden, durch seine Bewegung den Nervenvorgang auszulösen.

Es fragt sich nun, auf welche Weise die Bewegung der Gehörhaare zu Stande kommt. Dadurch, dass durch die Bewegung der endolymphatischen Flüssigkeit die *membrana tectoria,* oder die Otolithensackmembran, die mit ihren glockenförmigen Hohlräumen die Haare umgeben, gegen dieselben bewegt wird, sie drückt, vielleicht auch ein wenig verschoben wird, oder dadurch, dass, wie bei den Reptilien, den Vögeln, den Säugern und den Menschen, durch die Bewegung der Endolymphe hervorgerufene Schwingungen der Basilarmembran die Gehörhaare gegen die mit glockenförmigen, die Haare umfassenden Hohlräumen versehenen *membranae tectoriae* oder *Corti* der Schnecken gedrückt werden. Es wäre nun aber, sollte man denken, ausserordentlich viel einfacher, wenn die Bewegung der endolymphatischen Flüssigkeit des Gehörorganes direkt die Bewegung der Härchen auslöste, anstatt erst durch Vermittlung der cuticularen Deckmembran, und doch ist das ohne jegliche Ausnahme nicht der Fall. Das weist darauf hin, dass diesen Gebilden noch eine andere Bedeutung, als die soeben erwähnte zukommt. Ich glaube, die Bedeutung derselben ist in zwiefacher Richtung zu suchen. Einmal, glaube ich, spielen diese Cuticularmembranen die Rolle eines Schutzapparates für die Gehörhärchen, verhindern, dass dieselben durch andere Umstände angesprochen werden, als durch die durch Schallwellen erregte Bewegung, und zweitens, glaube ich, sind sie, vor allem in den Schnecken, als Dämpfungsapparate anzusehen, wie Helmholtz solche supponirt. Wir haben in der vorigen Abhandlung gesehen, dass es nöthig sei, eine continuirliche Strömung sowohl der peri- als der endolymphatischen Flüssigkeit anzunehmen, eine Strömung, die in der Endolymphe der Neunaugen, wie bei vielen Evertebraten, sogar durch Flimmerzellen befördert wird. Diese Bewegung, die gewiss Schwankungen unterliegt, wird ja, je feiner die Hörhaare werden, desto leichter dieselben zu afficiren vermögen, und da wir nun finden, dass bei sämmtlichen Wirbelthieren diese Elemente, namentlich an ihrem Ende, in der That unendlich fein sind, so würden sie, wenn sie in die Endolymphe nackt hineinragten, durch die Strömung leicht bewegt werden. Das würde dann eine continuirliche Gehörempfindung bedingen können und davor schützen eben die mit glockenförmigen Hohlräumen versehenen, die einzelnen deckenden Cuticularmembranen. Bei den *Cephalopoden* scheint dasselbe der Fall zu sein, bei den übrigen Evertebraten mag der Schutz in einer relativ bedeutenden Starrheit oder Stärke derselben gegeben sein.

Diese allgemeinen Resultate sind nun die Frucht histologischer Untersuchungen an *Cyclostomen*, *Teleostiern*, Fröschen, Schildkröten, Crocodilen, Vögeln, Säugern und Menschen (Embryonen und Neuge-

borenen, Rinds- und Schweineembryonen), und ich glaube, dass sie damit ziemlich gut begründet sind, und dass das, was im Folgenden geschildert werden soll, sich bis in's Detail auch auf die übrigen, mit Bezug auf die Morphologie von Clason und mir untersuchten Wirbelthieren übertragen lässt.

Das aus einer Einstülpung des äusseren Integumentes entstandene, allmählig sich abschnürende, einfache Gehörorgan zeigt, abgesehen von dem an dasselbe herantretenden und aus dem Ganglion entwickelten Nerven, zwei embryonale Constituenten, aus denen sich die Gewebe und Epithelien der allermannigfachsten Art entwickeln, und zwar einmal die einfachen, embryonalen Zellen der Wandung, zweitens die in einfacher Lage vorhandenen, mehr cylindrischen, auskleidenden Epithelzellen. Aus ersteren differenzirt sich, und zwar aus den äusseren Lagen das Periost oder Endochondrium der Gehörkapsel mit seinen elastischen Elementen, Bindegewebszellen und Gefässen, während aus denen dem Epithel nächsten, also den innersten Lagen die Wandungen des Gehörbläschens und zwar zunächst die Basalmembran, auf der das Epithel ruht, sich entwickelt. Ist diese gebildet, so entsteht aus ihnen die Spindelknorpelmasse der *pars superior*, der Innenwand des *sacculus*, der Schneckenknorpel und der *lagena*, des Kuppelblindsackes, dann die Masse der Bindegewebsmembranen, *membrana Reissneri*, die Fasern der Basilarmembran und die Sackaussenwand, während aus der einfachen Lage der Cylinderzellen des Epithels einmal das Nervenepithel durch Differenzirung abwechselnd in Isolations- und Hörzellen (Zahnzellen und Stäbchenzellen) und anderseits das indifferente Pflasterepithel und das Cylinderepithel der übrigen Theile der Wandungen in seinen verschiedenen Formen wird. Aus ihnen entstehen ferner als Cuticularabscheidungen die *membranae tectoriae* und die Otolithensackmembranen mit den aus dem Inneren derselben herauscrystallisirenden Otolithen, wie ich das seiner Zeit[1]) speciell ausgeführt. Die Zellen dann, die zwischen den zum Perioste sich umbildenden und den zur Wandung des Gehörbläschens werdenden gelagert sind, die Zellen der mittleren Lage, verwandeln sich in das Maschennetz des perilymphatischen Raumes und verschwinden später gänzlich oder zum grössten Theile und bilden dadurch eben den Hohlraum des *cavum perilymphaticum* in seinen einzelnen Abtheilungen, welche wir ja im Vorhergehenden, namentlich mit Bezug auf die Schnecke, vergleichend anatomisch eingehend berücksichtigt.

Das dem embryonalen Bläschen mit seiner einfachen Epithelbeklei-

---

1) Beiträge zur Entwicklung der häutigen Theile der Vogelschnecke. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. XVII.

dung am nächsten stehende Gehörorgan treffen wir bei den *Cyclostomen* und zwar vor allem bei *Myxine glutinosa,* bei der die die Wandung des Gehörbläschens constituirenden Zellen sich, abgesehen von dem Perichondrium der Gehörkapsel, zu einer dem perilymphatischen Netzwerke der höheren Wirbelthiere homologen, faserigen Bindegewebsmembran umwandeln und gleichzeitig, wie bei den übrigen Wirbelthieren, als eigentliche Wandung des Gehörbläschens eine Basalmembran, eine cuticulare Masse absondern, die bei den *Myxinoiden* schwächer entwickelt, bei den Neunaugen eine beträchtliche Dicke gewinnt und bald deutlicher, bald minder deutlich Spuren einer Schichtung zeigt und namentlich an denjenigen Stellen dick ist, wo die Nerven an dieselbe herantreten und sie gegen das *lumen* hin durchsetzen. Hier findet man in der Wandung noch keine verschiedenen Gewebsformen, handle es sich um Bogengänge, Ampullen und *vestibulum,* wie bei *Myxine,* oder um dieselben Theile und *sacculus,* Schnecke, *recessus utriculi* und Commissur, wie bei den Neunaugen. Bei sämmtlichen höher stehenden Wirbelthieren aber, von den Teleostiern angefangen, sehen wir ein anderes Verhalten und zwar sind, wenn wir mit der *pars superior* beginnen, Bogengänge, Ampullen, *recessus utriculi,* der grösste Theil des *utriculus* und der Verbindungsröhre der hinteren, alleinstehenden Ampulle aus Spindelknorpel aufgebaut, während dagegen die Bogengangcommissur aus einer Bindegewebsmembran besteht. Beide Gewebe gehen aber allmählig in einander über, wodurch der innige Zusammenhang derselben bewiesen wird. Die Spindelknorpelmasse, der Hauptbestandtheil der Wand des Gehörbläschens zeigt, um das gleich hervorzuheben, an verschiedenen Stellen, in den verschiedenen Wirbelthierclassen vollkommen übereinstimmende Verhältnisse. Bald dicker, bald dünner, bald von Gefässen und Nerven durchzogen, bald nur für sich bestehend, zeigt dieselbe bei allen Thieren, inclusive den Menschen, eine die Binnenwandung auskleidende, homogene, zuweilen Andeutungen einer lamellösen Schichtung zeigende, feine Basalmembran, dagegen entwickeln sich im Inneren derselben niemals faserige oder elastische Elemente. Sie besteht aus einer homogenen Intercellularsubstanz, in die bald dichter, bald weniger dicht gedrängt, spindelförmige Zellelemente, Bindegewebszellen, eingesprengt sind, die meistens in bestimmten Richtungen unter einander parallel sind, wie in den Bogengängen, dem *utriculus,* den *cristae,* bald aber auch gegen bestimmte Punkte convergiren, wie zum Beispiel an den Ansätzen der Basilarmembran. Sie geht dadurch in die homogenen, nur hie und da elastische Elemente (*membrana Reissneri*, Commissur) zeigenden Bindegewebsmembranen, wie sie an bestimmten Stellen der Wandung vorkommen, über, indem die Intercellularsubstanz sparsamer wird, die zuweilen in weiten Abständen

eingesprengten Zellen rundlicher werden und nach den verschiedensten Seiten hin Ausläufer aussenden, während die Spindelzellen gewöhnlich nur an den entgegengesetzten Polen anastomosirende Fortsätze zeigen, die dem Perioste zugewandt. Die Oberfläche der Spindelknorpelmasse ist meistens rauh, zeigt Fädchen des perilymphatischen Bindegewebsnetzes, oder demselben angehörige Zellen, die zuweilen (Frösche) ein vollkommen die Oberfläche deckendes Epithel vortäuschen können. Das ist namentlich häufig an den Bogengängen der Fall, die ich zunächst in ihren einfachen histologischen Verhältnissen beschreiben möchte und die ja zuerst bei den Neunaugen auftreten.

Dieselben zeigen auf dem Querschnitte ein bald rundliches, bald mehr elliptisches Lumen, bestehen aus Spindelknorpelmasse und sind von Gefässen umstrickt, die nur selten und auch nur bei ausserordentlich dicker Wandung (Schildkröten) hineindringen. Ihre Knorpelwandung geht erst an der Commissur und zwar ziemlich plötzlich in Bindegewebe über. Das perilymphatische Netzwerk, respektive die Zellen desselben sind namentlich stark an der convexen Seite der Wandung, die, wie wir wissen, dem Perioste oder dem Perichondrium anliegt, entwickelt, ohne dass es nöthig wäre, sie als besondere Bänder anzusehen, wenn sie auch eine innigere Anheftung an die Wand des Gehäuses bedingen. Bei allen Thieren entdeckt man an ihrer concaven Seite einen Streifen, der sich an der Commissur verliert, dagegen sich über die Mitte des Daches der Ampullen fortsetzt, die *raphe*, und dieser ist der Ausdruck eines etwas höheren Epithels, welches der den Binnenraum glatt auskleidenden Basalmembran aufsitzt. Die Zellbekleidung ist in allen eine einfache und besteht an den meisten Stellen der Wandung aus einfachen, hellen, niedrigen, unregelmässig polygonalen Pflasterzellen, die in der Mitte der Concavität zu allmählig immer höher werdenden, gegen die Mitte hin convergirenden Cylindern sich umwandeln und hier die *raphe* constituiren. Die entwicklungsgeschichtliche Bedeutung derselben besteht darin, dass sie der Ausdruck der Abschnürung der ursprünglich als Falten aus dem Labyrinthbläschen sich erhebenden Bogengänge ist. Zuweilen (Fische, Schildkröten) findet sich an der entgegengesetzten Wand, an der Mitte der convexen ein Analogon der *raphe*, eine Anhäufung etwas höherer Pflasterzellen, deren Durchmesser auf Kosten der Höhe etwas abgenommen. Der Kern der Pflasterzellen liegt im Grunde, wie meistens auch der der Cylinder der *raphe*, an deren Stelle gleichzeitig die Spindelknorpelmasse ihre grösste Dicke gewinnt.

Die Commissur der Bogengänge entspricht wie der *utriculus* und die Verbindungsröhre der hinteren, alleinstehenden Ampulle grösstentheils den Vestibularsäckchen der Neunaugen, die mit Flimmerepithel, cylinderförmigen Zellen mit colossalen schwingenden Haaren versehen sind,

während das *vestibulum* der *Myxine* einfaches Pflasterepithel zeigt, und sie müssen aus ihnen hervorgegangen gedacht werden. Sie besitzen bei allen Wirbelthieren grösstentheils eine von Gefässen umsponnene, namentlich aussen häufig von den Zellen des perilymphatischen Netzes bekleidete Bindegewebsmembran als Wandung, die bei etwas grösserer Dicke sparsame, elastische Elemente enthalten kann. Diese zeigt dann wieder die zarte Basalmembran und auf dieser ein einfaches, etwas dunkler granulirtes, unregelmässig polygonales Pflasterpithel, wie in den Bogengängen, das aber zuweilen eine Eigenthümlichkeit insofern zeigen kann, als an einzelnen Stellen gruppenweise oder vereinzelt dunkler granulirte Zellen vorkommen, die dann mitunter eine wirtelförmige oder bogenförmige Anordnung zeigen, und zwar deswegen, weil die einzelnen Zellen in gewissen Richtungen und Gruppen übereinstimmende regelmässige Formen besitzen. In dem *utriculus* und der Verbindungsröhre der hinteren, alleinstehenden Ampulle finden wir aber zuweilen Bilder, als ob einzelne der dunkler granulirten Zellen eine Eigenschaft besässen wie die Zellen, die wir nachher aus der Umgebung der *macula acustica*, namentlich der Fische, und aus der Nachbarschaft der *cristae* einzelner Thiere kennen lernen werden. Sie sind grösser, wechselnd in ihrer Form und lassen zuweilen (Crocodile) Theile der gewöhnlichen, unregelmässig polygonalen Pflasterzellen durchschimmern, so dass man an contraktile Zellen denken könnte, die bald hierhin, bald dorthin ihre Fortsätze aussenden und über die gewöhnlichen festen Bekleidungszellen wegwandern (Zellen mit sternförmigem Querschnitte, M. Schultze). Die Wand dieser Theile kann theilweise, namentlich am Uebergange zur hinteren Ampulle und zum *recessus utriculi*, aus Spindelknorpel bestehen.

Gerade wie diese Theile, so bieten auch die Ampullen, die bei *Myxine* einfache, im Wesentlichen halbkugelige Ausbuchtungen der Vestibularsäcke darstellen, wie sie als solche auch während des embryonalen Lebens bei sämmtlichen Wirbelthieren auftreten und die bei *Petromyzon* schon, wie bei den übrigen Vertebraten, mehr von dem Labyrinthbläschen abgeschnürt erscheinen und ebenso wie die in derselben Weise als abgeschnürte Ausbuchtungen auftretenden Bogengänge an der entsprechenden Wand eine *raphe* tragen, ausserordentlich übereinstimmende morphologische und histologische Verhältnisse dar. Wir unterscheiden an allen ein Dach, einen Boden und zwei Seitenwände, von denen das Dach stets gegen die Concavität der Bogengänge gewölbt erscheint, während der Boden und die Seitenwände mehr gleichmässig plan sich darstellen. In der Mitte des Bodens befindet sich bei allen ein *sulcus transversus* zum Eintritt der Nervenstämmchen, der, in der Mitte am tiefsten, gegen die Seitenwände hin allmählig sich verliert. Aus demselben erhebt sich, quer und senkrecht in das *lumen* vorspringend, eine Leiste,

die *crista acustica,* in der sich die Nervenzweige mit ihren Fasern ausbreiten. Sie steigt an den verticalen Ampullen ein wenig, aber gleichmässig an beiden Seitenwänden empor und verflacht sich dort, erhebt sich dagegen an der Mitte des Bodens am meisten, während in der horizontalen Ampulle, mit Ausnahme der Säuger und der Menschen, wo dieselbe sich wie in den verticalen verhält, die Gehörleiste, wenn auch quer in der Mitte der Ampulle sich erhebend, dennoch asymmetrisch sich an der einen Seitenwand, und zwar der oberen äusseren, höher emporzieht, ein zungenförmiges Aussehen besitzt und dort sich dann allmählig verflacht. Die freien Enden der *cristae*, die bei den *Myxinoiden* einfache, niedrige, an den Wänden der einfachen, halbkugeligen Ausbuchtungen nicht vollkommen quer, sondern etwas schief verlaufende Leisten darstellen, sind kuppelförmig gewölbt, während die seitlichen Abdachungen der verticalen Ampullen entweder gleichmässig eben sind, oder stark vorspringende Leisten in der Mitte zeigen, so dass sie bei einigen Thieren eine Kreuzgestalt bekommen. Diese untergeordneten Leisten haben nichts mit der Ausbreitung des Nerven zu thun, erscheinen demnach auch nicht, wie ich finde, als Träger des Nervenepithels. Die Wand der Ampullen mit den *cristae,* die nichts weiter als Erhebungen, Verdickungen derselben darstellen, besteht bei allen Wirbelthieren, mit Ausnahme der *Cyclostomen*, aus Spindelknorpelmasse und bei diesen, wie in den Bogengängen, aus der von der faserigen Bindegewebshülle umgebenen, namentlich bei *Petromyzon* ungemein entwickelten Cuticularmasse, die sich dann, wie bei den übrigen Wirbelthieren, zur niedrigen *crista acustica* erhebt. Diese endet bei den Neunaugen mit entwickelten Ampullen verflacht an den Seitenwänden. Mit Ausnahme der *crista* zeigt die Wand der bei *Myxine* als einfache Ausbuchtung existirenden Ampulle, wie im übrigen *vestibulum,* ein einfaches Pflasterepithel, während dagegen, ganz abgesehen von den Gehörleisten, bei den übrigen Wirbelthieren an verschiedenen Stellen der Wandung verschiedene Epithelformen sich geltend machen, aber durchgehend in sämmtlichen Wirbelthierclassen eine grosse Uniformität zeigen. Alle Ampullen sind von schönen Gefässnetzen umsponnen. Von den Fröschen angefangen, sieht man die von der Mitte der concaven Fläche der Bogengänge kommenden Hauptstämme über die Mitte des Ampullendaches sich fortziehen und dann ihre Zweige über die Seitenwände abgeben. Dieselben treten namentlich am Boden mit den Nerven in die *crista acustica* hinein und verlaufen hier parallel der Längsaxe derselben und überkreuzen sich rechtwinklig mit den aufsteigenden Nervenfasern. Der Aussenwand haften mehr oder minder reichliche Fasern des perilymphatischen Zellnetzes an, die nebenbei auch die Gefässe in der Lage halten.

Zuweilen können die mehr zusammenhängenden Zellmassen aussen auf den Ampullen ein continuirliches Epithellager vertäuschen.

Das gewölbte Dach, das sich ohne Veränderung in die concave Fläche der Bogengänge fortsetzt, gegen das Dach des *utriculus* aber dünner wird, besitzt seinen grössten Dickendurchmesser in der Mitte und lässt hier bei allen Wirbelthieren einen weissen, meistens schön gewundenen Streifen, die *raphe,* die Fortsetzung der *raphe* des Bogenganges durchschimmern. Das auf der glatten Basalmembran der Spindelknorpelmasse sitzende Epithel ist ein helles, grosses, unregelmässig polygonales Plattenepithel, wie in den Bogengängen, das sich an der *raphe* zu niedrigen, gegen die Mitte convergirenden Cylindern erhebt.

Die dünneren Seitenwände zeigen dieselbe Bekleidung, nur in der Mitte derselben, in der Umgebung der Enden der *cristae* der verticalen Ampullen finden wir, ausgenommen bei den *Myxinoiden,* rings um dieselben das Epithel seinen Charakter ändern. Es bildet hier halbmondförmig um die beiden Enden sämmtlicher Gehörleisten bei den Säugern und Menschen, der verticalen bei den übrigen Wirbelthieren, und um das obere Ende der horizontalen bei diesen herumgelegte, dunkel durchscheinende Flecke, die aus einem wunderschönen, regelmässigen, glashellen Cylinderepithel bestehen (*plana semilunata*), die nur bei den Schildkröten durch mehr unregelmässig polygonale, dunklere Zellen unterbrochen werden, welche, von der Fläche betrachtet, den *plana semilunata* ein zierliches, mosaikartiges Aussehen geben. Gleichzeitig verdickt sich die Wandung, auf der diese Cylinderzellgruppe befindlich, immer mehr. Der Uebergang der unregelmässig polygonalen Pflasterzellen der Seitenwände in die Cylinder der *plana* ist ein ganz allmähliger. Die Zellen erheben sich immer mehr, nehmen dabei an Durchmesser ab, werden regelmässig gestaltet, glashell und zeigen sich an ihrem basalen Ende oftmals zerfasert, was möglicherweise auf einen Zusammenhang derselben mit den Ausläufern der Spindelknorpelzellen deuten könnte. Gleichzeitig mit diesen Veränderungen in der Höhe der Zellen sehen wir die in den Pflasterzellen im Grunde gelegenen Kerne allmählig sich aus demselben erheben, so dass sie in der unmittelbarsten Umgebung der Gehörleiste in die Mitte der Zellen zu liegen kommen.

Der Boden zu beiden Seiten der *cristae acusticae* trägt Pflasterepithel, wie in den Bogengängen, und nur bei den niederen Wirbelthieren (Fischen und Amphibien) zeigen sich entweder unregelmässig, wie bei den Fischen, oder regelmässig, wie bei den Fröschen, Anhäufungen dunklerer Zellen, die bei letzteren als gelbliche Flecke sich geltend machen. Sie stellen bei den Fischen die Zellen mit sternförmigem Querschnitte, bei den Fröschen meine flaschenförmigen Pigmentzellen dar und sind in der That auf dem Querschnitte niedrige, bauchige Flaschen.

Von diesen hat es Retzius[1]) wahrscheinlich gemacht, dass sie über dem gewöhnlichen *stratum* der unregelmässigen Pflasterzellen am Boden befindlich, vielleicht contraktile Zellen darstellen und dass ihr ovalkerniges Aussehen von den durchschimmernden Kernen der unterliegenden, fixen Bekleidungszellen herrührt. Die Frösche habe ich darauf hin nicht weiter untersucht, so dass ich hier zunächst an den einfachen, flaschenförmigen Zellen, die als modificirte Pflasterzellen unmittelbar dem Boden der Ampulle, zu bestimmten Gruppen vereinigt, aufsitzen, festhalten muss.

Ich wende mich jetzt zur Schilderung des letzten, aber auch wichtigsten Bestandtheiles der Ampullen, den *cristae*, deren Formverhältnisse ich bereits beschrieben. Folgende Bestandtheile finden sich in ihnen: Die Spindelknorpelmasse der Ampullen, die hier ja gar nichts weiter als mehr oder minder hohe Erhebungen des Bodens derselben darstellen, die die Binnenwand bekleidende Basalmembran, die durch die *crista* ziehenden Nerven, ferner das vom Boden der Ampullen an den Seitenwänden der *crista* bis zur kuppelförmigen Wölbung emporsteigende Epithel, dann das auf der kuppelförmig gewölbten Höhe befindliche Nervenepithel, das sich niemals über den Bereich der oberen, freien Fläche hinaus erstreckt, und schliesslich die *membrana tectoria*, oder die *cupula terminalis*. Dort, wo die Seitenwände der *crista* namentlich in der Mitte in die freie, gewölbte Oberfläche übergehen, findet sich oftmals ein gegen die Seitenwände der Ampulle, an den Enden der Gehörleiste sich verflachender *sulcus* (Fische), in den sich das Nervenepithel gleichsam einfalzt und der die Grenze desselben andeutet. Was im übrigen die Textur der Masse der Leiste betrifft, so ist es dieselbe Spindelknorpelmasse, wie sie an anderen Orten so häufig vorkommt. Wenig charakteristisch ist auch das Epithel der Seitenwände der Gehörleiste. Es zeigt im Ganzen genommen ein Verhalten, wie an den Seitenwänden der Ampullen, in der Umgebung der dort befindlichen Enden der *crista*. Die Pflasterzellen des Bodens sehen wir an ihnen emporsteigen und, wenn dieselben die niedrigen, flaschenförmigen Zellen, auf die ich vorhin besonders aufmerksam gemacht, eingesprengt enthalten, so fehlen diese auch auf den Gehörleisten nicht. Dabei gewinnen die Zellen etwas an Höhe, ohne jedoch eine so ausgeprägte Cylindergestalt anzunehmen, als das an den *plana semilunata* der Fall ist. Gewöhnlich nimmt erst am oberen Drittel der Seitenwand, in der unmittelbarsten Umgebung des Nervenepithels, auf der Höhe der *crista* die Länge derselben plötzlich zu, das Epithel wird dabei einförmig, nicht durch flaschenförmige Zellen unterbrochen. Es zeigt sich in der Form schöner, regelmässiger, glasheller Cylinder, wie wir sie am *planum* trafen und erreicht seine grösste Höhe an der Grenze

1) Anatomische Untersuchungen. 1872.

des Nervenepithels und der in den niedrigen im Grunde gelegene Kern rückt bei den höchsten Zellen in die Mitte derselben.

Die Nerven nun, die in den *sulcus transversus* des Ampullenbodens hineintreten und hier oftmals (Schildkröten) ihre bipolaren Ganglienzellen zeigen, theilen sich an den verticalen Ampullen bei den meisten Wirbelthieren, an sämmtlichen bei den Säugern und den Menschen, wie es schon eine schwache Vergrösserung zeigt, in zwei Gruppen, die symmetrisch zu beiden Seiten schräg gegen das Ende der *crista* aufsteigend das Centrum derselben durchsetzen, während der Nervenast der horizontalen Ampulle bei den meisten ungetheilt gegen das Ende der *crista* sich verliert. Liegen innerhalb der Basen der *cristae* die Nervenfasern in starken, einfachen Bündeln beisammen, so sehen wir sie dagegen in der Mitte der Leisten in unter einander paralelle, senkrecht gegen die gewölbte Oberfläche aufsteigende Bündel zerfallen, und diese lösen sich dann oberhalb der Mitte in ihre dunkelcontourirten Fasern auf, die zuweilen einen schwachen Plexus bilden, ohne sich jedoch unter einander zu verbinden. Im Allgemeinen steigen sie senkrecht zur Basalmembran auf und machen zuweilen unter derselben hakenförmige Biegungen (Schlingen). Bei den höheren Wirbelthieren sehen wir nun die doppeltcontourirten Fasern unter der Basalmembran ihre Myelinscheide verlieren, blass, einfach contourirt werden und als solche (Axencylinder mit Schwann'scher Scheide) senkrecht die Basalmembran durchbohrend, in das Nervenepithel der gewölbten Oberfläche treten. Bei den Fischen dagegen ist dieses nur mit einzelnen Fasern der Fall, die meisten treten mit ihrer Myelinscheide, als dunkelcontourirte Nervenfasern in das Epithel und bei ihnen beobachtet man auch zuweilen, wie die doppeltcontourirte Faser unter der Basalmembran in der Spindelknorpelmasse in eine Menge feiner Aeste zerfällt, die dann als blasse Axencylinder in das Epithel treten.

Dieses besteht wie überall, wo Nervenausbreitungen des *acusticus* sich finden, aus den im Ganzen genommen flaschenförmigen Gehörzellen und den dazwischen gelagerten Isolationszellen, oder, wie ich sie früher nannte, den Zahnzellen. Diese letzteren führen meistens ihren Kern im basalen Ende, das oftmals verschieden geformte Fortsätze zeigt, gleichsam zerfasert sein kann und vielleicht mit den Zellen der Spindelknorpelmasse zusammenhängt. Sie bilden namentlich bei den Fischen nach Art der Radialfasern in der *retina* ein protoplasmatisches, je nach der Dicke der durchtretenden Nervenfasern mehr oder minder enges, unter den Gehörzellen gelegenes Netzwerk für den intraepithelialen Nervenplexus und schicken dann feine, etwas keulenförmig und abgerundet endende Fortsätze zwischen die einzelnen Gehörzellen empor, die sie in den meisten Fällen in einfacher, aber meistens nicht geschlossener Reihe umgeben. Auf der Fläche erscheinen sie als kleine Kreise, die rings um-

die grösseren, die Gehörzellen liegen. Diese, deren Kerne eine zweite Reihe oberhalb der der Isolationszellen bilden, sind namentlich in den niederen Classen leicht vergängliche und ausgeprägter cylindrische, flaschenförmige Zellen, als bei den höheren Thieren, deren basales Ende entweder eine ganze, blass gewordene Nervenfaser oder Theiläste einer solchen trägt. Am freien Ende trägt jede Zelle einen homogenen, cuticularen Verdickungssaum, ähnlich wie die Darmcylinder und aus demselben erhebt sich ein ebenfalls als cuticulares Gebilde anzusehendes, namentlich bei den Fischen ungemein langes, steifes, kegelförmiges, unendlich fein auslaufendes Haar, dessen Basis, wie erwähnt, Längsstreifungen zeigt, die wahrscheinlich der Ausdruck von Stiftchen sind, die von der Basis der Haare gedeckt werden und vielleicht mit den Nervenenden in Zusammenhang stehen, da ich glaube, dass die an das basale Ende der Gehörzelle herangetretene Nervenfaser vielleicht unter Theilung das Centrum der Zelle bis zum cuticularen Verdickungssaume durchsetzt und nun entweder in die Basis des Haares tritt, oder vielleicht auch in einem Körperchen endet, auf das Hensen im peripherischen Theile der Zelle unter dem Verdickungssaume zuerst aufmerksam gemacht hat. Die ins Epithel getretenen Nervenfasern gehen entweder als blasse, ungetheilte Axencylinder an das untere Ende der Hörzellen, oder theilen sich, innerhalb des Epithels einen intraepithelialen Plexus bildend und oft auf weite Strecken horizontal verlaufend, in mehrere Aeste, bei den höheren Thieren in zwei bis drei, um dann zum basalen Ende der Gehörzellen zu treten.

Ueber das auf der kuppelförmigen Wölbung der *crista* ausgebreitete Nervenepithel erstreckt sich nun, aber nicht über die Grenzen desselben hinaus und zuweilen bis an das Dach, immer aber bis zum oberen Drittel der Höhe der Ampullen emporragend, die *membrana tectoria*, die *cupula terminalis* (Lang), die ich auch an Embryonen von Säugern und Menschen nicht vermisst, eine cuticulare Bildung des embryonalen Nervenepithels der *crista*. Dieselbe ist eine muldenförmig ausgehöhlte, ausserordentlich leicht abhebbare, aber resistente Membran, deren Form ein Abdruck der kuppelförmigen Nervenepithelfläche der Gehörleisten ist. Sie zeigt sich zuweilen leicht streifig in der Längsaxe, jedoch ohne irgend welche faserige Struktur erkennen zu lassen. Diese Streifung ist der Ausdruck einer schichtweisen Absonderung der Membran. Die Dicke derselben ist entsprechend der höchsten Erhebung der Gehörleiste in der Mitte am beträchtlichsten, am geringsten dagegen an der Peripherie. In diese Membran ragen die Gehörhaare hinein und zwar befindet sich jede in einer tiefen Delle, deren Oeffnung an der ausgehöhlten, dem Nervenepithel aufliegenden Fläche sichtbar. Die Peripherie der Oeffnung ruht dem Basalsaume, der Circumferenz der Basis des Gehör-

haares auf. Zwischen diesen weiten Oeffnungen der glockenförmigen Hohlräume oder Dellen der *membrana tectoria* finden sich dann kleinere, die rundliche, flache Vertiefungen anzeigen und sehr unregelmässig über die Fläche zerstreut sind. Diese rühren von den zuweilen etwas hervorragenden, keulenförmig verdickten, peripheren Enden der Isolationszellen her. Somit ragen die Gehörhaare nirgends direkt in den mit Endolymphe angefüllten Binnenraum der Ampullen hinein und die Bewegung muss sich erst der *membrana tectoria* mittheilen. Diese wird dann auf die Gesammtheit der Gehörhaare der *crista acustica,* die sie deckt, wirken. Die Bewegung der Endolymphe trifft immer nahezu senkrecht auf das gewölbte, obere Ende derselben und auf die demselben aufruhende *membrana tectoria* und ich glaube, es wird einmal dadurch die Deckmembran auf die Gehörhaare gepresst, dann aber auch wohl ein wenig auf ihnen verschoben, und somit wird die durch die Bewegung der Endolymphe hervorgerufene Bewegung der Gehörleiste und der *membrana tectoria* eine Bewegung der Gehörhaare und somit den Nervenvorgang auslösen. Diese *membrana tectoria* zeigt bei allen Wirbelthieren übereinstimmende Verhältnisse, nur die *Cyclostomen* bilden in dieser Beziehung eine Ausnahme. Es ist wohl möglich oder sogar wahrscheinlich, dass dieselbe während des embryonalen Lebens auch bei ihnen als einfache Cuticularmembran existirt, allein im erwachsenen Zustande erscheint sie verkalkt als eine Otolithenplatte, die sehr leicht in einzelne kugel- oder schalenförmige Elemente zerbröckelt, und wenn ich auch nicht glaube, dass das Verhältniss derselben zum Nervenepithel und zu den Hörhaaren desselben ein anderes, als bei den übrigen Vertebraten, so bedarf dieser Punkt doch noch weiterer Untersuchungen.

Haben wir nun so die histologischen Verhältnisse der Ampullen betrachtet, so wenden wir uns jetzt zu den übrigen Bestandtheilen des Gehörbläschens, zu den übrigen aus dem *vestibulum,* wie es bei den *Myxinoiden* vorkommt, sich differenzirenden Abtheilungen, dem *recessus utriculi* und dem *sacculus.* Das einfache *vestibulum* von *Myxine* trägt an seiner Wand das bereits genugsam beschriebene, einfache Pflasterepithel und am Boden eine *macula acustica*, die dieselbe Zusammensetzung zeigt, wie die *maculae* der übrigen Wirbelthiere. Ich brauche diese daher nicht gesondert zu beschreiben, sondern was ich jetzt von dem *recessus utriculi* und dem *sacculus* der übrigen Thiere, von den Neunaugen angefangen, sagen werde, das findet auch bei *Myxine* seine Anwendung.

Der *recessus utriculi* besteht aus übereinstimmend construirten Seitenwänden, aus einem Dache und einem Boden, der die *macula* trägt, die sich nur bei den Säugern und den Menschen mehr an die Aussenwand hält. An den Boden tritt auch somit gewöhnlich der Nerv, der

sich fächerartig ausbreitet und bei den Menschen und den Säugethieren auf dieselbe Weise an der Aussenwand ausstrahlt. Er besteht aus derselben Spindelknorpelmasse, wie die Bogengänge und Ampullen und ist von Gefässen umsponnen, die namentlich in den Boden hineintreten, der sich dadurch auszeichnet, dass er sich in der Umgebung der *macula acustica* zu verdicken anfängt, um im Centrum derselben den grössten Dickendurchmesser zu erreichen. Zu einer leistenartigen Erhebung kommt es jedoch niemals. Die ganze Innenfläche der Wand des *recessus* zeigt ebenfalls die feine, glatte Basalmembran. Das Epithel des Daches und der Seitenwände bis zur Umgebung der *macula* unterscheidet sich in Nichts von dem Epithel des *utriculus* und der Verbindungsröhre der hinteren, alleinstehenden Ampulle, respektive der Ampullen selber. Es handelt sich um ein einfaches, unregelmässig polygonales, niedriges Pflasterepithel, das zuweilen eine wirtelförmige Anordnung, hervorgerufen durch bestimmt angeordnete und übereinstimmend geformte Zellen, zeigt. Es kommen aber auch, namentlich bei Fischen und Amphibien, in der Umgebung der *macula* die flaschenförmigen Zellen, die Zellen mit sternförmigem Querschnitte vor, deren ich bereits bei verschiedenen Gelegenheiten gedacht. In der Umgebung der *macula* ändert sich nun das Epithel in derselben Weise, wie in den *cristae* der Ampullen. Das Pflasterepithel wird höher, nimmt dabei aber an Durchmesser ab. Es zeigen sich regelmässige, glashelle Cylinder, die wiederum unmittelbar an der *macula* die grösste Höhe erreichen und sich dort in die Isolationszellen fortsetzen. Dabei zeigen sie den Kern in ihrer Mitte ganz so, wie am *planum semilunatum*.

Was nun die *macula acustica* betrifft, so gilt alles, was ich von den Constituenten des Nervenepithels der *cristae* gesagt, in vollem Umfange auch für diese, nur möchte ich erwähnen, dass mir die Länge der Haare nicht so beträchtlich zu sein scheint, als in den Ampullen. Geringfügige Abweichungen bietet dann ferner nur das Verhalten der Nerven im Spindelknorpel. Die in denselben hineingetretenen Nervenbündel lösen sich in ihre doppeltcontourirten Fasern auf und diese bilden, sich mit reichlichen Gefässen verflechtend, einen viel ausgeprägteren und dichteren Nervenplexus, als in den Gehörleisten, aus dem dann wieder wie in den Ampullen die einzelnen Fasern gegen die Innenfläche der Spindelknorpelmasse und den Basalsaum aufsteigen, um diesen durchbohrend ins Epithel zu treten und sich nun ganz so zu verhalten, wie in den *cristae*. Es kommt auch hier zur Bildung eines intraepithelialen Plexus. Abweichender verhält sich die *membrana tectoria*, die sich nur bei *Myxine* so verhält, wie an den Gehörleisten, verkalkt und als eine Otolithenplatte die gesammte Masse des Nervenepithels der *macula acustica* deckt, ohne anscheinend die Grenze desselben zu verlassen. Bei den übrigen

Wirbelthieren nun, bei denen dieses namentlich in den niederen Formen bis zu den Vögeln empor der Fall ist, während bei diesen, den Säugern und den Menschen die deckende Masse sich wieder nur an den Bereich der *macula* hält, zeigt sie ein anderes histologisches Verhalten. Entwicklungsgeschichtlich betrachtet, tritt sie auch hier in der Form einer von dem Nervenepithel und den Zellen der Umgebung abgesonderten, mächtigen Cuticularmasse auf, allein sie beharrt nicht auf dieser Stufe, sondern, von den Neunaugen angefangen, krystallisiren aus ihrem Inneren eine Menge von Kalkkrystallchen heraus, die bei den meisten Fischen sich zu einer zusammenhängenden Kalkmasse verbinden, und diese überwiegen schliesslich in einem so hohen Grade die Grundsubstanz, aus der sie sich bilden, dass dieselbe als eine mehr oder minder dünne, sackartige, den Otolithen oder die Otolithenmasse umhüllende Membran erscheint, die dann namentlich an der von der *macula* abgewandten Fläche ausserordentlich zart ist, so dass es nur in günstigen Fällen gelingt, dieselbe unversehrt zu erhalten und zu demonstriren. Ja es wäre möglich, dass dieselbe sogar bei den Fischen mit zusammenhängenden Otolithen an dieser Stelle verschwände. Dicker erscheint dagegen die Otolithensackmembran an der dem Epithel der *macula* zugewandten Fläche und hier besitzt sie dann eine Struktur, wie die *membrana tectoria* oder die *cupula terminalis* der Ampullen. Sie ist hier resistent und zeigt die tieferen und flacheren Dellen, erstere die glockenförmigen Hohlräume mit weiter Oeffnung zur Aufnahme der einzelnen Gehörhaare, letztere zur Aufnahme der hie und da sich über das Niveau des Epithels erhebenden, keulenförmig verdickten Enden der Isolationszellen. Der ganze Unterschied der deckenden Membranen der Neuroepithelien im *recessus utriculi* und auf den Gehörleisten ist also der, dass dort im Inneren der cuticularen Masse Kalkkrystalle sich bilden, während sie hier als homogene Cuticularmembran persistirt.

Wie der *recessus utriculi*, so zeigt sich auch der *sacculus*, der stets seine *macula* an der Innenwand, unterhalb der Einmündung der *pars superior* und des *ductus endolymphaticus* trägt, trotz seiner unendlich mannigfaltigen Formen zusammengesetzt. Was zunächst seine Wand betrifft, so verhält sich die innere in jeder Beziehung, auch mit Bezug auf die durchtretenden Nerven und Gefässe eben so, wie der Boden des *recessus utriculi*, und nur die Aussenwand zeigt eine Differenz. Sie ist durchgehends bei allen Wirbelthieren mit selbständigem *sacculus* eine ausserordentlich zarte, ungemein leicht zerreissbare Membran, die sich an der Peripherie, gegen die Innenwand allmählig verdickt und in dieselbe continuirlich übergeht. Während jene aus Spindelknorpel besteht, repräsentirt diese eine allmählig auf bereits beschriebene Weise in die Knorpelmasse sich fortsetzende, homogene Bindegewebsmembran, die selten elastische

Elemente besitzt und ausserordentlich sparsam eingestreute, rundliche Bindegewebszellen mit in verschiedenen Richtungen verlaufenden Fortsätzen zeigt. Das Epithel derselben ist entweder ein wunderschönes, regelmässig polygonales, grosses, niedriges Pflasterepithel (Amphibien), oder es besteht aus grossen, regelmässigen, glashellen Cylindern (Reptilien), ähnlich wie in der Umgebung der Nervenendausbreitungen. Die Innenwand zeigt dagegen, entfernt von der *macula* unregelmässig polygonale Pflasterzellen, aber bei den Fröschen und Fischen befinden sich zwischen ihnen eingesprengt die flaschenförmigen Zellen oder Zellen mit sternförmigem Querschnitte, die dann wieder in der Umgebung der *macula* in die hohen, hellen, den Kern allmählich in der Mitte tragenden Cylinder übergehen. Die *macula*, die Otolithensackmembran mit den Otolithen oder Otolithenmassen verhalten sich in jeglicher Beziehung gerade so, wie in dem *recessus*, und es wäre unnöthig, hier noch einmal das dort bereits Geschilderte zu wiederholen. Das Princip ist somit dasselbe, wie auf den *cristae*, und was die Art der Auslösung des Nervenvorganges sowohl im *recessus utriculi*, als im *sacculus*, dem *sacculus hemiellipticus* und dem *sacculus hemisphaericus* der Menschen und Säuger betrifft, so ist, glaube ich, der Vorgang derselbe, wie an den Gehörleisten. Die Bewegung der Otolithenmassen trifft bei den niederen Thieren beinahe, bei den höchsten Thieren vollständig senkrecht die Gesammtheit der Gehörhaare, und somit wird von einer Verschiebung derselben kaum die Rede sein können.

Wenden wir uns nun zu dem letzten Bestandtheile des häutigen Gehörorganes, der zum ersten Male bei den Neunaugen differenzirten Schnecke, die von da an bis zu den Menschen empor allmählich eine immer höhere Stufe der Entwicklung, und dem zufolge eine immer mehr sich steigernde physiologische Bedeutung gewinnt, so finden wir, dass dieselbe bei den Neunaugen, den Teleostiern, Ganoiden und Plagiostomen in ihrer histologischen Zusammensetzung keine wesentlichen Differenzen von dem *recessus utriculi* z. B. zeigt, und dasselbe ist auch mit dem Homologon bei den höheren Thieren, der *lagena* der Amphibien, Reptilien und der Vögel der Fall. Wir haben es mit einem kleinen, kugeligen oder flaschenförmigen, unten hinten mit dem *sacculus*, oder mit der *pars basilaris* und somit indirekt mit dem Sacke communicirenden Gebilde zu thun, dessen ganze Wandung aus Spindelknorpelmasse besteht, die sich nach innen hin immer mehr verdickt, weil dort der Nerv mit seinen fächerartig ausstrahlenden Aestchen herantritt. Der Binnenraum der Schnecke oder *lagena* zeigt wieder die glatte Basalmembran, auf der dann, entsprechend der Aussenwand, ein einfaches Pflasterepithel befindlich, das, wie bei den übrigen Nervenausbreitungen, gegen die *macula acustica* allmählig an Höhe zunimmt und aus denselben Zell-

elementen besteht, wie in den *plana semilunata.* Die Nervenfasern im Spindelknorpel der Innenwand, die Elemente der *macula,* ferner die Otolithenmasse, die derselben und der unmittelbarsten Umgebung aufruht, verhalten sich ganz so, wie im *sacculus* und *utriculus.* Wie ist nun aber das Verhalten bei den Säugern und den Menschen, bei denen die *lagena* durch die *pars basilaris* zum häutigen Kuppelblindsacke reducirt erscheint? Die Innenwand bekommt, wie ich finde, keine Nerven, eine *macula acustica* und eine deckende Otolithenmasse oder *membrana tectoria* fehlt somit und die ganze Wand desselben ist demnach von einem einfachen, indifferenten Zelllager ausgekleidet.

Bei den Amphibien nun, bei denen wir zum ersten Male neue Theile, als Ausstülpungen der Sackwand, zu dem Homologon der Schnecke der Fische, der *lagena,* treten sehen, und zwar bei *Siredon* und *Triton* den Anfangstheil, bei dem Salamander und Frosche zugleich die *pars basilaris,* finden wir das histologische Verhalten derselben bei *Siredon, Triton* und *Salamandra* identisch mit dem der *lagena,* d. h. die Wand der mehr oder minder halbkugeligen Ausstülpungen besteht aus Spindelknorpel, der nur an der Stelle, wo die Nervenzweige an dieselbe herantreten, sich verdickt. Diese tragen dann an dem indifferenten Theile der Wandung ein einfaches, einförmiges Pflasterepithel, das sich wahrscheinlich in der Umgebung der *macula* erhebt. Diese trägt auch hier eine Otolithenmasse, und ich halte mich fest überzeugt, dass sie dieselbe Zusammensetzung in allen ihren Theilen besitzt, wie die des *sacculus.* Ganz dasselbe ist auch wahrscheinlich mit der *pars basilaris* des Salamander der Fall, obgleich mir hier keine histologischen Erfahrungen zu Gebote stehen, die ich aber für den Anfangstheil und die *pars basilaris* der Frösche, die ja auch im Wesentlichen, wie beim Salamander gestaltet sind und die immerhin gegen einander und gegenüber der *lagena* eine gewisse Selbständigkeit besitzen, in reichem Maasse habe. Der Anfangstheil besteht auch hier wieder aus dem einfachen Spindelknorpel, der namentlich an der Innenwand einen ausserordentlich geringen Dickendurchmesser besitzt und nur an der oberen Wand eine bedeutendere Dicke hat, da hier der sich brückenförmig über die Sacköffnung desselben hinüberspannende Nerv herantritt, innerhalb derselben einen schönen *plexus* bildet, um dann gegen die *macula acustica* aufzusteigen, deren Constituenten sich in Nichts von denen der *macula sacculi* unterscheiden. Der übrige Theil der Wandung, der übrigens auch die Basalmembran nicht fehlt, ist von einfachen, niedrigen, grossen, unregelmässig polygonalen Pflasterzellen bekleidet, denen wir schon so oft begegnet, und nur in der Umgebung der *macula* erheben sie sich schnell zu den bekannten schönen Cylindern. Der Unterschied gegenüber den Anfangstheilen der niederen Amphibien besteht darin, dass dem Nervenepithel der *macula* keine Otolithen-

massen aufliegen, sondern eine *membrana tectoria*, die dieselben Texturverhältnisse zeigt, wie die, welche wir von den *cristae acusticae* kennen gelernt haben, und die mit ihren glockenförmigen Räumen die einzelnen Gehörhaare aufnimmt, wie es ja auch die Otolithensackmembran thut. Dieses Vicariiren einer einfachen, homogenen, cuticularen *membrana tectoria* für eine Otolithensackmembran mit eingeschlossenen Kalkkrystallen ist interessant, um so interessanter, weil wir bei den Schlangen, Blindschleichen und Eidechsen, wie ich hier gleich beifügen will, bei denen sich ja der Anfangstheil der Schnecke mit der *lagena* vereinigt, und bei denen die beiden bei den Amphibien getrennten *maculae* verschmelzen, in dem Theile, der dem Anfangstheile der Amphibien homolog, nicht wie bei den Fröschen, eine *membrana tectoria*, sondern eine Fortsetzung der Otolithenmasse der *lagena* auftreten sehen, ohne dass sich sonst etwas Wesentliches in den histologischen Verhältnissen des Anfangstheils und der *lagena*, namentlich auch in den *maculae acusticae*, ändert.

Die wichtige *pars basilaris* nun, die wir zum ersten Male bei den *Salamandrinae* und den *Ranae* auftreten sehen und die wir von diesen Thieren an durch die Reihe der übrigen Vertebraten bis zu dem Menschen verfolgen wollen, ist ja in ihrer einfachsten Form ein einfacher Knorpelring, an dessen vordere Hälfte der Nerv herantritt, während die hintere frei bleibt. Wir bezeichneten jene daher als den Nervenknorpel, oder nach der bei den Säugern gültigen Nomenclatur als *limbus spiralis cartilagineus*, diese nach den Formverhältnissen bei den Vögeln als dreieckigen, oder als *ligamentum spirale*. In der Lichtung des Ringes spannte sich die Basilarmembran als Innenwand aus, während als Aussenwand des Raumes die *membrana Reissneri* sich fand, die bei den Fröschen als ein selbständig differenzirter Theil der Sackaussenwand sich darstellte. Die gesammte Wandung der *pars basilaris*, die, von den Reptilien angefangen, einen immer wesentlicheren Theil des Schneckenrohres bildet, dessen Binnenraum man ja als *scala cochlearis*, oder *scala media* bezeichnet, differenzirt sich also in eine knorpelige Vorder- und Hinterwand, *limbus spiralis cartilagineus* und *ligamentum spirale*, und in eine wesentlich membranöse Aussen- und Innenwand, *membrana Reissneri* und *basilaris*. Alle diese Theile wachsen so aus, dass die Knorpel, die die hervorstechendsten Theile des Schneckenrohres bilden, einen langgestreckten, spiralig gewundenen Rahmen darstellen, in dem und über den sich dann die gleichmässig wachsende Innen- und Aussenwand ausspannt. Alle Wände gehen, wie bekannt, gleichmässig in die einfache Wandung des häutigen Kuppelblindsackes oder der *lagena* über, die also demnach, wie das entwicklungsgeschichtlich und vergleichend anatomisch leicht erklärlich, auf einer einfachen Stufe der Ausbildung beharrt. Oben ver-

einigen sich die beiden Knorpel einfach bogenförmig und durch ihr Auswachsen nach oben, oberhalb des Ansatzes des *canalis reuniens* bilden sie zugleich mit der *membrana Reissneri* und der *basilaris* den Vorhofsblindsack bei den Säugern und Menschen, der dieselbe Zellbekleidung besitzt, wie die ihn zusammensetzenden Theile und der bei den niederen Thieren, Vögeln und Reptilien kaum in Andeutungen vorhanden ist.

Die in jeder Beziehung verhältnissmässig einfachste Wandung der *scala media* ist die äussere, die *membranaReissneri*, das *tegmentum vasculosum* bei den Crocodilen und Vögeln. Bei den Fröschen ein Theil der Sackaussenwand, stellt sie eine aus Spindelknorpel bestehende, schalenförmige Verdickung derselben dar, die im Binnenraume auf ihrer Basalmembran ein einfaches, niedriges Pflasterepithel trägt. Anders schon bei den Schlangen, Blindschleichen, Eidechsen, wo sie einem Theile des Nervenknorpels und des *ligamentum spirale* und zwar der vestibularen Kante derselben anhaftet und sich selbständig und als glatte Membran über den Knorpelrahmen der *pars basilaris* spannt. Bei den Schildkröten, bei denen die histologischen Verhältnisse näher festgestellt wurden, entspringt die Membran an der hinteren Kante der vestibularen Fläche des Nervenknorpels (Taf. XIV, Fig. 50), um sich dann an dem gleichen vestibularen Rande des *ligamentum spirale* (*ibidem*) anzuheften. Ganz dasselbe ist bei den Vögeln (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XVII, Taf. VIII, Fig. 16 u. 18) der Fall und im Wesentlichen zeigt es sich ebenso bei den Säugern und den Menschen, so dass die vordere Fläche des *ligamentum spirale*, die hintere des *limbus spiralis cartilagineus* in den Bereich der *scala media* fällt. Bei allen Wirbelthieren, inclusive dem Menschen, besteht die *membrana Reissneri* aus einem zarten, homogenen, mit sparsam eingestreuten, rundlichen Zellen, hie und da elastische Fasern aufweisenden Bindegewebe (Taf. XIV, Fig. 52), über dessen Aussenfläche ein Netz von Gefässen sich spannt, die bei den Crocodilen und Vögeln das Eigenthümliche zeigen, dass dieselben an den oberen Zweidritteln der Membran mit ihren stärksten Zweigen in regelmässiger, unter einander ziemlich paralleler Richtung quer über die Membran verlaufen und dieselbe tief gegen den Binnenraum der Schnecke falten. Der feinen Basalmembran derselben ruht bei den Schildkröten ein schönes, hohes, regelmässiges, glashelles Cylinderepithel auf (Taf. XIV, Fig. 52), welches bei den Vögeln ähnlich beschaffen, aber mehr kubisch sich darstellt und bei den Säugern und den Menschen zu einem etwas höheren, fast kubischen Pflasterepithel wird. Dasselbe nimmt bei den Vögeln, wie bei den Säugern gegen die Knorpel hin etwas, aber unbedeutend an Höhe zu.

Der hintere Knorpel des Rahmens, der dreieckige der Vögel, das *ligamentum spirale*, das bereits bei den Vögeln einer *lamina spiralis*

secundaria aufsitzt, von der man bei den Crocodilen nur Andeutungen sieht, ist in seiner Form bei den Schildkröten weniger ausgeprägt, bei den Vögeln, Säugern und den Menschen dagegen vollkommen dreiseitig und zeigt sich auf dem Querschnitte in Gestalt eines sphärischen Dreieckes, die eine Seite dem Knochen, die andere Fläche, die innere, der *scala media*, die dritte der *scala tympani* zugekehrt. Der eine Winkel, der vestibulare, dient zum Ansatze der *membrana Reissneri*, der zweite, der *angulus basilaris*, zur Anheftung der Basilarmembran, der dritte, tympanale, der, wie der vestibulare, eine durchschnittene Kante oder Leiste repräsentirt, verliert sich am Perioste der *scala tympani*. Sogar schon bei den Schildkröten befindet sich an der concaven Fläche, die dasselbe dem Schneckenlumen zukehrt (Taf. XV, Fig. 53), ein Homologon des *ligamentum spirale accessorium*, des Wulstes des Spiralligamentes, als eine stumpfe Kante und somit ein *sulcus spiralis externus* (Waldeyer). Das ganze Spiralligament ist reichlich von Gefässen durchzogen, ohne dass es bei den Reptilien und Vögeln zur Bildung einer besonderen *stria vascularis* kommt. Ebensowenig lässt sich ein besonderes *vas prominens* nachweisen. Es besteht aus einfacher Spindelknorpelmasse mit einer an der Scalafläche befindlichen Basalmembran. Ich bin jedoch bei den Reptilien und Vögeln nicht im Stande, durch diese hindurch Verbindungen der Zellen mit der Epithelialbekleidung zu entdecken, ohne damit der Entdeckung derselben bei den Säugern zu nahe treten zu wollen, da ich an verschiedenen Stellen gezeigt, dass so etwas nicht ganz unwahrscheinlich. Die Spindelzellen zeigen mannigfaltigere Ausläufer bei den Säugern, und bei allen zeichnen sie sich dadurch aus, dass sie gegen den Ansatz der Basilarmembran, den *angulus basilaris*, convergiren. Die Epithelialbekleidung des *ligamentum spirale* bei den Fröschen, das ebenfalls gegen den Schneckenbinnenraum, das *lumen* des Knorpelringes, hin ausgehöhlt erscheint, ist ein einfaches Pflasterepithel, wie etwa in den Bogengängen, während sie dagegen bei den Schildkröten als Fortsetzung des Epithels der *membrana Reissneri* aus schönen, hohen, glashellen, aber gegen den Basilarwinkel an Höhe abnehmenden Cylinderzellen (Taf. XV, Fig. 53) besteht. Es kommt jedoch vor, dass, wie bei den Säugern, entsprechend dem *sulcus spiralis externus* das Epithel wieder ein klein wenig an Höhe zunimmt (Taf. XV, Fig. 54), und das ist namentlich in der Mitte der Schnecke der Fall. Bei den Vögeln nimmt das Epithel der *scala-media*-Fläche gegen den Ansatz der Basilarmembran ebenfalls an Höhe ab, die Zellen erscheinen aber relativ niedriger, als bei den Schildkröten, und bei den Säugern finden wir sie im Ganzen genommen noch niedriger, nur im *sulcus externus* höher. Auf der tympanalen Fläche des *ligamentum spirale* sieht man zuweilen Zellen haften, die aber kein Epithel darstellen, sondern Reste des netzförmigen Binde-

gewebes des *cavum perilymphaticum* der *scala tympani* sind. Das Spiralligament verliert sich bei allen Thieren sowohl vestibular- als tympanalwärts allmählig in Bindegewebe.

Der vordere, der Nervenknorpel, der viereckige der Vögel, der *limbus spiralis cartilagineus*, der sich schon bei den Crocodilen einem Homologon der *lamina spiralis ossea* angelagert findet, wie dieselbe bei den Vögeln und in voller Ausbildung bei den Säugern vorhanden, zeigt sich auf dem Querschnitte bei allen übereinstimmend vierseitig mit einer gegen den Knochen, einer gegen die *scala vestibuli* oftmals wenig ausgedehnten, vestibularen, einer gegen die *scala tympani* gekehrten, tympanalen und einer gegen die *scala cochlearis* sehenden Fläche. Von allen Kanten, respektive Querschnittswinkeln, ist derjenige am bedeutendsten, der zum Ansatze der Basilarmembran dient. Die vestibulare Fläche ist bereits bei den Vögeln (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XVII, Taf. VIII, Fig. 16) sehr klein, bei den Säugern und den Menschen fehlt sie so gut wie ganz und markirt sich nur als Ansatz der *membrana Reissneri*, die bei den übrigen Thieren ihre Anheftung am hinteren Ende derselben findet (Taf. XIV, Fig. 50 *a*). An den hinteren Theil der tympanalen Fläche, oder in der ganzen Ausdehnung derselben legt sich der Nerv, und bei den Schildkröten sogar das *ganglion cochleare* (Taf. XV, Fig. 55) an den vorderen Theil derselben, während es dagegen bei den Säugern bekanntlich an der Basis der *lamina spiralis ossea* befindlich. Die Nervenfasern durchbohren dann durch Einschnitte oder Spalten (Nervendurchtritt, *habenula perforata*) in Bündeln den *angulus tympanicus*, die Ansatzstelle der *membrana basilaris*, um in den Binnenraum zu treten, während sie bei den Fröschen einfach die ganze Substanz des Nervenknorpels in querer Richtung durchbohren (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XVII, Taf. VIII, Fig. 16. Bd. XVIII, Taf. XXVIII, Fig. 35) (Taf. XV, Fig. 55). Unter der Durchtrittsstelle des Nerven durch den *angulus tympanicus* findet man bei den höheren Thieren, von den Reptilien angefangen, die *vasa spiralia*. Die Fläche, die dem Schneckenlumen zugekehrt ist, ist bei allen Thieren am grössten, wie das *ligamentum spirale* ausgehöhlt und besitzt wie überall die schon oft erwähnte, feine Basalmembran. Bei den Vögeln sehen wir dann, namentlich gegen das Ende der Schnecke, an dieser Fläche einen flachen Wulst auftreten, der auf dem Querschnitte als stumpfer Winkel sich darstellt (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XVII, Taf. VIII, Fig. 16, Fig. 18 *n*), das *labium vestibulare* oder den *limbus vestibularis*, der ja bei den Säugern und Menschen eine bedeutende Ausdehnung gewinnt. Zwischen ihm und dem Ansatze der Basilarmembran, dem *labium tympanicum*, befindet sich bei den Vögeln schwach, bei Säugern und den Menschen stark ausgeprägt, der *sulcus spiralis* (*internus*).

Das Gewebe des *limbus spiralis cartilagineus*, des Nervenknorpels, ist wiederum Spindelknorpel, der nicht selten, wie bei den Reptilien und Vögeln, von sparsamen Gefässen durchsetzt ist. Bei den Säugern finden sich in der Intercellularsubstanz oft Kalkincrustationen und die *scala-media*-Fläche zeigt sich namentlich an und oberhalb des *sulcus spiralis* gefurcht (Zähne erster und zweiter Ordnung) und gleichzeitig schicken die Spindelzellen nach verschiedenen Richtungen Fortsätze aus, allein das bedingt keine principielle Differenz, selbst wenn das Gewebe einen osteoiden Charakter annimmt. Im embryonalen Zustande sieht man die Basalmembran die *scala-media*-Fläche glatt überziehen. Die Epithelbekleidung zeigt sich bei den Fröschen wiederum als eine einfache Pflasterzelllage, allein gegen die Mitte der ausgehöhlten, gegen das Schneckenlumen, den Raum des Knorpelrahmens sehenden Fläche sehen wir dasselbe sich ziemlich plötzlich rings um eine *macula acustica*, wie an anderen Orten auch, zu niedrigen, mehr kubischen Cylinderzellen erheben, die wiederum am höchsten an der Peripherie der *macula* sich darstellen. Die *macula* liegt also, wie bereits früher erwähnt, bei diesen Thieren ganz in dem Bereiche des Knorpels. Bei den Schildkröten sehen wir dagegen bis in die Nähe der Ansatzstelle der Basilarmembran hohe, schöne Cylinderzellen, die Fortsetzung derjenigen der *membrana Reissneri* (Zahnzellen), auftreten und diese nehmen immer mehr an Höhe zu, je näher wir dem *limbus tympanicus* kommen, da dieser auf seiner Innenfläche einen Theil der *macula acustica* trägt. Die glashellen Cylinder, deren Kern anfänglich im Grunde liegt, werden dann wie an anderen Orten, wo Nerven hindurchtreten, an der *macula* am höchsten und tragen hier ihren Kern in der Mitte. Aehnlich bei den Vögeln, deren *limbus tympanicus* (Nervendurchtritt) ebenfalls einen Theil der *macula acustica* trägt, allein die Zahnzellen nehmen bei diesen Thieren nur bis zum *limbus vestibularis* an Höhe zu, erreichen hier ihre grösste Höhe und zeigen oft in der Mitte ihres glashellen Inneren den Kern (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XVII, Taf. VIII, Fig. 18), namentlich im embryonalen Zustande, im *sulcus spiralis* nehmen dieselben jedoch wieder an Höhe ab und werden mehr kubisch (*ibidem*, Fig. 16. 18). Ganz dasselbe ist auch mit den Zahnzellen, an den Zähnen der ersten und zweiten Ordnung, also bis zum *limbus vestibularis*, bei den Säugern und Menschen der Fall, während der *sulcus* von niedrigeren, mehr kubischen Zahnzellen ausgefüllt wird. Diese bekleiden aber bei den höchsten Thieren die Spiralfurche bis zum Ansatze der Basilarmembran, so dass kein Theil der *macula acustica* auf dem *limbus spiralis cartilagineus*, wie bei den niedriger stehenden, zu liegen kommt. An der Vereinigung der Knorpel, die bei den Säugern und den Menschen zum Vorhofsblindsacke wird, sehen wir die Cylinderzellen sowohl des Nerven, als des dreiecki-

gen Knorpels, des *limbus spiralis cartilagineus* und des *ligamentum spirale,* einfach in einander übergehen und die ganze Ausdehnung bekleiden, wie bei den Säugern und Menschen, oder wir sehen, wie bei den Reptilien und Vögeln, an der Ansatzstelle der *membrana basilaris* einen kleinen Theil der *macula* derselben aufliegen.

Somit kommen wir nun zur Betrachtung der wichtigen *membrana basilaris,* von der wir wissen, dass sie durch die Bewegungen der Endolymphe in Schwingungen gesetzt wird, und die bei den höheren Wirbelthieren entweder theilweise, oder ganz Trägerin der *macula acustica* der Schnecke ist. Sie spannt sich bei allen zwischen den Leisten, dem *limbus basilaris* des *ligamentum spirale,* des hinteren, dreieckigen Knorpels, und dem *limbus tympanicus* oder *basilaris* des *limbus spiralis cartilagineus,* die beide auf dem Querschnitte als stark vorspringende Winkel erscheinen, straff aus und stellt überall eine elastische Membran dar, die mit Bezug auf ihre Entwicklungsgeschichte ein ausserordentlich hohes Interesse in Anspruch nimmt, insofern sie einen klaren Einblick in die Bildungsweise des elastischen Gewebes überhaupt gestattet. Bei den Fröschen, bei denen sie entsprechend der Form des Knorpelringes eine kreisförmige Membran darstellt, erscheint sie in ihrer einfachsten Gestalt. Sie ist hier (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XVIII, Taf. XXVIII, Fig. 36) eine einfache Fortsetzung der Basalmembran des Knorpelringes, die zuweilen an der dem *lumen* desselben abgewandten, der tympanalen Fläche, Zellrudimente zeigt, die der regressiven Metamorphose unterliegen, dagegen während des embryonalen Lebens eine grosse Rolle spielen. Wir wissen, dass die Zellen des embryonalen Schneckenrohres, die die Wandung desselben zu bilden bestimmt sind, bevor sie sich in die einzelnen Gewebe, Knorpel, Reissnersche Membran differenziren, zunächst gegen den Binnenraum hin eine gleichmässige, cuticulare Basalmembran absondern, und das ist natürlich auch an der Stelle der Fall, wo sich die *membrana basilaris* bilden soll. Anstatt dass nun aber die Zellen nach Absonderung der Basalmembran bei den Fröschen anderweitige Gewebe produciren, wie an anderen Orten das homogene Bindegewebe, die Spindelknorpelmasse, hören sie bei diesen Thieren auf produktiv zu sein und unterliegen der regressiven Metamorphose und sind nur mehr als Zellrudimente an der tympanalen Seite nachweisbar. Diese zarte, einfach als homogene Basalmembran existirende *membrana basilaris* zeigt sich dann auch in ihrer Epithelialbekleidung höchst einfach. Sie trägt ein schönes, polygonales, niedriges Pflasterepithel, wie es an der Knorpelwand der *pars basilaris* vorkommt. Anders stellt sich nun das Verhältniss bei den Reptilien, Vögeln, Säugern und den Menschen. Die embryonalen Zellen sondern nicht nur an der Stelle, an der sich die *membrana basilaris* bilden soll, an der

Innenseite, die der *scala tympani* zugekehrt ist, eine feine, cuticulare Basalmembran ab, um dann zu verschwinden, sondern, nachdem das geschehen, schicken sie, aber auch als Cuticularbildungen, wie ich das von den Vögeln beschrieben, an der tympanalen Seite derselben glashelle Fortsätze aus, die immer länger und dicker werden und von dem *limbus spiralis cartilagineus* bis zum *limbus basilaris* des *ligamentum spirale* sich hinüberspannen, unter einander paralell verlaufen und somit die *membrana basilaris* zu einer querstreifigen, faserigen Membran machen, deren Fasern durch die zuerst abgesonderte Basalmembran nach Art einer Kittsubstanz zusammengehalten werden. Diese Fasern entwickeln sich, wie ich jetzt anzunehmen Grund habe, in einfacher Lage neben einander, wofür namentlich Flächenpräparate sprechen, während ein Durchschnitt durch die Membran leicht eine Schichtung der Faserelemente vortäuschen kann. Sie sind also ebenfalls als eine von jeder Zelle ausgehende Cuticularmasse anzusehen, die demnach durch eine secernirende Thätigkeit des Protoplasma hervorgerufen wird, und sie sind elastischer Natur. Ob es sich nun aber um hohle, elastische Röhren, oder um solide elastische Fasern handelt, muss ich auch diesmal dahin gestellt sein lassen, jedenfalls sind dieselben vom Anfange bis zum Ende gleich dick und rund. Nachdem nun dieselben durch die Zellen zur vollen Ausbildung gebracht sind, verschwinden diese allmählig entweder ganz, oder zum Theil. Sie verkümmern und man findet sie im erwachsenen Zustande nur als durch grössere oder geringere Zwischenräume getrennte Kerne, umgeben von geringfügiger, protoplasmatischer Substanz, die zuweilen Fortsätze zeigt, wie bei den Schlangen und Schildkröten, Fortsätze, die aber als erst nachträglich gebildet erscheinen.

Diese im Knorpelrahmen ausgespannte, durch die unter einander parallelen, gleich starken elastischen Fasern ausgezeichnete Basilarmembran zeigt nun bei den Schlangen und Eidechsen die geringste Länge, bei den Schildkröten schon eine grössere, eine noch grössere bei den Crocodilen und Vögeln, die grösste aber bei den Säugern und den Menschen. Sie beginnt an der oberen, bogenförmigen Vereinigung der Knorpel der *pars basilaris* bei den Säugern und den Menschen, also am Vorhofsblindsacke, und erstreckt sich bis zur *lagena*, dem häutigen Kuppelblindsacke, der ja bei den Säugern und Menschen die geringste Ausdehnung besitzt und zugleich frei von jeglicher Nervenausbreitung ist. Dabei zeigt sie constant die Eigenthümlichkeit, dass der quere Durchmesser derselben an dem Beginne der Schnecke am kleinsten, während sie von da an nach abwärts bis zu einem gewissen Punkte continuirlich an Breite zunimmt, so dass damit natürlich auch gleichzeitig die queren Fasern an Länge wachsen. Bei den Schlangen und Eidechsen liegt dieser Punkt etwa in der Mitte der Membran und von da an nimmt die-

selbe bis zur *lagena* hin wieder an Breite, ihre Fasern an Länge ab. Bei den Eidechsen liegt er an der queren Knorpelbrücke, die die *membrana basilaris* in zwei Hälften theilt, so dass sich demnach bei den Schlangen und Blindschleichen die Form der Basilarmembran und das Verhältniss der Länge der Fasern etwa so stellt: a  während sie bei den Eidechsen, bei denen gleichzeitig die Länge der Membran und somit die Zahl der Fasern entschieden zugenommen, folgende Form besitzt: b 

Bei den Schildkröten ist die Basilarmembran dann noch weiter in die Länge gewachsen, die Zahl der Fasern hat sich demnach abermals vermehrt und bei ihnen liegt dann die grösste Breite der Membran, die grösste Länge ihrer Fasern schon mehr an dem unteren, dem Lagenarende, und wir bekommen demnach folgende Figur: c  Von da an bis zur *lagena* sehen wir dann die Breite, und zwar ziemlich plötzlich, wieder abnehmen. Betrachten wir darauf die *membrana basilaris* bei den Crocodilen und den Vögeln, so ist die Lage der breitesten Stelle ebenfalls, wie bei den Schildkröten, in der nächsten Nähe der *lagena*, allein da die Basilarmembran ungemein in die Länge gewachsen und mindestens das Fünffache der der Schildkröten beträgt, so ist die Zahl der Fasern vom schmalsten Theile der Membran am Anfange der Schnecke, bis zum breitesten, also die Zahl der immer mehr und continuirlich an Länge zunehmenden, elastischen Elemente eine beträchtlich viel grössere, und sehen wir uns dann die Schnecke der Säuger und der Menschen an, bei denen die *membrana basilaris* die grösste Länge erreicht, so finden wir, dass von dem schmalsten Theile derselben, am Vorhofsblindsacke, die Fasern bis zum Kuppelblindsacke continuirlich an Länge zunehmen. Wir sehen somit, dass am äussersten Ende der Membran, am häutigen Kuppelblindsacke, dem Homologon der *lagena*, die grösste Breite, respektive Länge der Fasern erreicht ist und dass demnach die Basilarmembran folgende Gestalt besitzt: d  Wir haben also im ausgeprägtesten Maasse bei den Säugern und den Menschen einen Apparat, wie die Claviatur eines Fortepiano, die ja ebenfalls aus einer Anzahl verschieden langer, unter einander paraleller und straff ausgespannter, elastischer Stränge besteht,

und da wir wissen, dass die Bewegung der endolymphatischen Flüssigkeit die Basilarmembran in Bewegung setzt, so ist es mehr als wahrscheinlich, dass diese elastischen Fasern abgestimmt sind und dass die grösste Zahl der Schwingungen in der Zeiteinheit die Faser am Anfange der Schnecke, die kleinste die am Ende der Basilarmembran befindliche in Bewegung setzt, dass also erstere auf den höchsten, letztere auf den tiefsten Ton abgestimmt ist, der überhaupt zur Perception gebracht werden kann, und da wir wissen, dass die Zahl der zwischengelegenen Fasern bei den Menschen eine ungemein grosse, so wird die Zahl der Töne, auf welche die Saiten abgestimmt sind, ebenfalls eine grosse sein. Da wir ferner wissen, dass die Zahl von der kürzesten bis zur längsten bei den Schlangen am geringsten und die längste Faser in der Mitte gelegen ist, so muss die Zahl der Töne, auf die sie abgestimmt sind, ebenfalls am geringsten sein, grösser aber schon bei den Eidechsen und Schildkröten und noch grösser bei den Crocodilen und Vögeln, bei denen ja einmal die längste Faser, wenn auch nicht ganz, so doch nahe am Ende der Basilarmembran lag und bei denen zweitens die Basilarmembran sehr gewachsen war, so dass die Zahl der schwingenden Fasern sich vergrösserte. Von den Schlangen angefangen, ist also ein Apparat vorhanden, der die Tonempfindung vermitteln könnte, und zwar in engen Grenzen bei den Schlangen, von da an aber bis zu den Menschen empor in immer weiter sich ausdehnenden. Die elastischen Fasern übertragen dabei jede ihre Bewegungen für sich, da dieselben ja niemals direkt mit einander verbunden sind, wenn dieselben auch einer gemeinsamen Basalmembran mehr oder minder fest anliegen, und es wird jedenfalls die Tonempfindung am reinsten bei den höchsten Thieren sein müssen, da ja die kürzeste und längste Faser des Saitenspieles mit dem Anfange, respektive dem Ende der Schnecke zusammenfällt, und um so mehr, weil, wie ich bereits öfters zu bemerken Gelegenheit hatte, die *macula acustica* bei den Säugern und den Menschen ausschliesslich auf der *membrana basilaris* sich findet und ebenfalls mit der Breitenzunahme der Basilarmembran continuirlich an Breite zunimmt, während bei den übrigen Thieren, von den Schlangen angefangen, freilich immer weniger, ein Theil derselben dem Nervenknorpel, bei den Vögeln der Durchtrittsstelle des Nerven, der *habenula perforata* aufruht.

Damit wende ich mich denn zur Schilderung der Epithelbekleidung der Basilarmembran, die im Wesentlichen von den Schlangen bis zu den Menschen eine und dieselbe ist. Das cylindrische Epithel des *ligamentum spirale* zieht sich bei den Schildkröten, Vögeln und den Säugern einfach bis zur Grenze der *macula acustica* über die Basilarmembran hin und bekleidet bei den Schildkröten über die Hälfte, bei den Vögeln etwas über ein Drittel, bei den Menschen und Säugern noch weniger und die

Zellen, die niedrige Cylinder darstellen und fast kubisch zu nennen sind, zeichnen sich dann überall dadurch aus, dass sie wie an allen Orten, wo Nerven sich ausbreiten, in der unmittelbarsten Umgebung der *macula* plötzlich höher werden (Stützzellen). Was dann den wichtigsten Theil der Basilarmembran, die *macula acustica* oder das *organon Corti* betrifft, so finden wir durchaus keine wesentlichen Abweichungen von dem Verhalten der *maculae* an anderen Orten. Principiell ist also der Bau bei dem Menschen der gleiche, wie bei den niedersten Wirbelthieren und wahrscheinlich auch bei den Evertebraten.

Wir haben also auch hier wieder wie bei allen Vertebraten Isolationszellen, die nichts mit den Fasern des *acusticus* zu thun haben, und haartragende Hörzellen, die Nervenendapparate zu suchen und finden dieselben in der That in bei den verschiedenen Thieren bis zum Menschen empor höchst übereinstimmenden Formen. Nur das ist das Abweichende bei den Säugern und den Menschen, dass durch die ganze Länge der *macula* hindurch, vom Vorhofsblindsacke bis zum häutigen Kuppelblindsacke eine Doppelreihe von Isolationszellen in der Nähe des Nervendurchtrittes zieht, die sich im embryonalen Zustande auf dem Querschnitte als zwei nebeneinander gelegene Cylinderzellen präsentiren und dadurch die *macula* in eine vordere, kleinere und eine hintere, dem *ligamentum spirale* zugewandte Abtheilung scheiden, und diese Doppelreihe von besonders sich entwickelnden Isolationszellen zeigt dann das Eigenthümliche, dass die Elemente durch das Wachsthum der Basilarmembran mit ihren basalen Enden sich von einander entfernen, so dass sie auf diese Weise eine Brücke, einen Steg bilden, zu dessen beiden Seiten die gewöhnlich geformten Bestandtheile der *macula* sich ausbreiten. Diese Zellreihen sind die Cortischen Fasern, die schon so oft beschrieben sind und deren Entwicklungsgeschichte hier nicht Gegenstand vergleichend anatomischer Betrachtung zu sein braucht, weil sie einfach den übrigen Wirbelthieren fehlen. Sie sind aber nichts weiter als modificirte Isolationszellen, die niemals Nervenendapparate darstellen. Unter den übrigen Elementen der *macula* sehen wir die gewöhnlichen Isolationszellen, hohe Cylinder, die mit ihrem basalen Ende der Basilarmembran aufsitzen und innerhalb derselben findet sich entweder unmittelbar an der *membrana basilaris*, oder etwas höher der Kern. Sie senden dann zwischen die einzelnen Hörzellen das feinere, periphere Ende, das etwas abgerundet, zuweilen ein wenig keulenförmig verdickt an der freien Epitheloberfläche liegt. Die Hörzellen sind auch hier wieder mehr oder minder ausgeprägte, flaschenförmige Cylinder, mit dem Kerne im Bauche der Flasche, am basalen Ende rasch sich zuspitzend. Das periphere Ende trägt einen Basalsaum, aus dem sich das Gehörhaar erhebt, welches längsstreifig und so lang, wie im *utriculus* und *sacculus* sich darstellt,

dagegen kürzer, als in den Ampullen erscheint. Es kann selbst in kurze Härchen zerfallen, oder, wie ich das bereits hervorgehoben, es umschliesst mit seiner Basis kurze Stiftchen. Bei den höchsten Thierformen hat ja Hensen unter dem Basalsaume ein eigenthümliches Körperchen entdeckt, dessen Bedeutung noch näher untersucht werden muss. Die Nervenfasern nun, die, in Bündel zusammengedrängt, den *angulus basilaris* des *limbus spiralis cartilagineus* durchbohren, verlieren bei allen Thieren während ihres Durchtrittes ihre doppelten Contouren und treten ohne Ausnahme als blasse, mit Schwann'scher Scheide versehene Axencylinder in's Epithel und heften sich entweder als solche an das basale Ende der Gehörzelle, oder theilen sich zwischen den Isolationszellen, respektive auch den Cortischen Zellen verlaufend und einen intraepithelialen Plexus bildend, von dem auch einige Fasern der Längsaxe der Schnecke parallel verlaufen, in zwei, respektive drei feine Fäserchen, die dann zum basalen Ende der Hörzellen ziehen, aber jedenfalls hier nicht enden, sondern wahrscheinlich durch das Innere der Zelle bis zu dem Basalsaume und vielleicht durch diesen bis zur Basis des Gehörhaares und den Stiftchen verlaufen.

Der letzte, wesentliche Theil der *macula* ist nun eine *membrana tectoria*, wie wir sie sonst überall, sei es als solche, oder als Otolithensackmembran finden, und wir finden sie in einfacher Form bei den Reptilien und Vögeln, in complicirter dagegen bei den Säugern und den Menschen, bei denen sie als *membrana Corti* und *reticularis* bezeichnet wird. Die *membrana tectoria* der Schildkröten und Vögel, die wir zunächst gesondert betrachten wollen und die im Wesentlichen übereinstimmende Verhältnisse zeigen, deckt die ganze *macula acustica*, begiebt sich, wenigstens bei den Vögeln, nicht über den Bereich derselben hinaus gegen den dreieckigen Knorpel, das *ligamentum spirale* und hat demnach nichts mit den Stützzellen zu thun. Nur bei den Schildkröten scheint das der Fall zu sein, allein auch nur in geringer Ausdehnung (Taf. XV, Fig. 58 *c*). Wir finden, dass dieselbe der ganzen Ausdehnung den auf der ausgehöhlten *scala-media*-Fläche des Nervenknorpels befindlichen Zahnzellen aufruht und sich in den *sulcus spiralis* hineinsenkt (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XVII, Taf. VIII, Fig. 16 *s*, Fig. 18 *h*).

Von diesen Zellen rühren die grossen Eindrücke her, die wir an der ersten Zone der Unterfläche der *membrana tectoria* finden, und die Leiste, die bei den Vögeln dem *sulcus* entsprechend verläuft. Die Eindrücke der Zahnzellen rufen bei den Schildkröten ein reticuläres Aussehen hervor (Taf. XV, Fig. 58 *a*). Der übrige Theil der Membran, der gegen das Ende der *macula* immer dünner wird, zeigt auf der der *macula* zugewandten Fläche, wie die *membrana tectoria* der Ampullen und der

Otolithensackmembran, grössere und kleinere Oeffnungen, welche erstere in tiefe Dellen führen, die zur Aufnahme der Gehörhaare bestimmt sind, während die kleineren flachere Einsenkungen zeigen, die das zuweilen keulenförmig verdickte Ende der Isolationszellen aufnehmen. Namentlich beim Frosche habe ich die glockenförmigen Hohlräume der *membrana tectoria* für die Gehörhaare ausgeprägt gesehen (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XVIII, Taf. XXVIII, Fig. 58 *a*). Durch diese Kreisfiguren zeichnet sich bei den Schildkröten die zweite Zone, respektive die dritte Zone bei den Vögeln aus. Die ganze *membrana tectoria* ist eine cuticulare Abscheidung der Zahnzellen des Nervenknorpels, respektive der Zellen der *macula acustica*, und zeigt zuweilen eine Streifung als Ausdruck einer schichtweisen Ablagerung.

Als solche ist auch die *membrana tectoria* der Menschen und Säuger anzusehen, die ebenfalls den Zahnzellen des *limbus spiralis cartilagineus* und, wie ich glaube, auch denen des *sulcus spiralis* anliegt, so dass es nicht zur Bildung eines *canalis spiralis* kommt. Immer finde ich an der abgehobenen Membran einen Wulst, wie der, welcher sich bei den Vögeln in den *sulcus spiralis* erstreckt. Im Uebrigen zeigt die Membran auf dem Querschnitt wieder ein streifiges Aussehen und breitet sich, allmählig dünner werdend, über die *macula* bis an die Stützzellen aus, erstreckt sich aber eben so wenig wie bei den Vögeln über diese hinüber. Auch hier finde ich die Eindrücke der Zahnzellen in netzförmigen Zeichnungen und die Haare der Hörzellen ragen an sie heran, allein sie deckt auch eine der *macula acustica* speciell angehörige und namentlich mit den peripheren Enden der Cortischen Zellen in Zusammenhang stehende Bildung, die *membrana reticularis*, die wohl ebenfalls als eine cuticulare Bildung, namentlich der Cortischen Zellen und der übrigen Isolationszellen, anzusehen ist. Durch ihre Lücken ragen die Gehörhaare gegen die *membrana tectoria*. Die Annahme einer doppelten cuticularen Bildung, die im Wesentlichen denselben Zellen ihre Entstehung verdankt und von denen die eine sich nicht mit der anderen vereinigt und von denen die *membrana tectoria* als die ältere, die *reticularis* als die jüngere anzusehen ist, ist um so weniger aus dem Wege liegend, wenn man den Befund, den ich einmal bei den Schildkröten gemacht, in Betracht zieht. Ich fand bei einer *Chelonia midas* eine Fortsetzung der Otolithensackmembran des *sacculus* durch die ganze Schnecke sich erstrecken und die eigentliche *membrana tectoria* überlagern, aber durchaus nicht an sie angeheftet, so dass wir auch hier eine doppelte Absonderung der Zellen des Schneckenrohres annehmen müssen.

Somit haben wir denn auch bei den Säugern und den Menschen Massen, welche die *macula* decken, in die dann die Haare der Hörzellen frei hineinragen, deren innerste Lage, die *membrana reticularis* fest mit

den Cortischen Zellen, und somit mit den Fasern der Basilarmembran zusammenhängt und deren Bewegungen folgen muss. Wird nun eine solche Faser der *membrana basilaris* durch den entsprechenden Ton in Bewegung gesetzt, so wird sich diese Bewegung bei den Reptilien und Vögeln den der Faser anliegenden Isolationszellen und damit auch den von ihnen umgebenen Hörzellen mittheilen. Sie werden mit den Härchen gegen die *membrana tectoria* bewegt werden, wodurch dann der Nervenvorgang von den an die Haare ragenden Nervenfasern ausgelöst wird. Dasselbe ist bei den Säugern und den Menschen, aber in einem noch vollkommneren Grade der Fall. Die Bewegung wird durch die der Faser anhaftenden, modificirten Isolationszellen, die Cortischen Zellen, die einen elastischen Steg bilden, fortgepflanzt, und zwar auf die anliegenden Hörzellen mit den Haaren und der *lamina reticularis*, die gegen die *membrana tectoria* bewegt werden. Somit finden wir denn, dass mit den Schwingungen der einzelnen Faser der Basilarmembran Bewegungen der zugehörigen, angelagerten Gruppen der Isolations- und der Hörzellen verbunden sind, während die benachbarten unbetheiligt bleiben, und dadurch kommen die Schwingungen einer solchen Saite isolirt zum Bewusstsein, es wird eine besondere quantitative Gehörempfindung, die Empfindung eines Tones, hervorgerufen. Damit ist nun aber, wie ich bereits früher andeutete, nicht ausgeschlossen, dass auch eine einfache Gehörempfindung durch die Gesammtheit der Gehörzellen der Schnecke zu Stande kommt, im Gegentheil, diese geht nebenher, da wir wissen, dass durch die *membrana Reissneri* hindurch die gesammte Endolymphe der *scala media* in Bewegung gesetzt werden kann, die dann die gesammte *membrana tectoria,* die alle Hörzellen und deren Haare überlagert, bewegt und somit in allen einen Nervenvorgang auslöst, der kein besonderes Localzeichen bekommt, wie bei den Schwingungen einer einzelnen Saite der *membrana basilaris.*

Somit haben wir alle Bestandtheile des Gehörorganes in ihrer histologischen Zusammensetzung durch die gesammte Wirbelthierreihe verfolgt, und ich glaube, es ist mir gelungen, darzuthun, wie das Princip im Bau desselben ein einheitliches und wie stufenweise in ganz allmähligen Uebergängen aus einfachen Formen, ohne Hinzutreten wesentlicher, neuer Elemente der complicirte Apparat des Menschen und der Säugethiere sich aufbaut.

Mitte September 1872.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. 2.

Gehörorgan von *Myxine glutinosa*, von aussen und innen gesehen. *Aa.*, *ampulla anterior; ap, ampulla posterior; v, vestibulum; dc, ductus endolymphaticus.*

Fig. 3. 4.

Gehörorgan von *Petromyzon fluviatilis*, von aussen und innen gesehen. *Aa, ampulla anterior; ap, ampulla posterior.* Die übrigen Bezeichnungen wie bei den folgenden Figuren.

Fig. 5. 6.

Gehörorgan von *Muraena anguilla; hor*, horizontale Ampulle; *hor'*, horizontaler Bogengang; *sag*, sagittale Ampulle; *sag'*, sagittaler Bogengang; *fr*, frontale Ampulle; *fr'*, frontaler Bogengang; *c*, Commissur; *ru, recessus utriculi; u, utriculus; v*, Verbindungsröhre der alleinstehenden Ampulle; *s, sacculus; c, cochlea.*

Fig. 7. 8.

Gehörorgan von *Cyprinus orfus*, von innen und aussen gesehen. Figurenbezeichnung wie in den vorigen.

Fig. 9. 10.

Gehörorgan von *Spinax acanthias.* Figurenbezeichnung wie vorhin; *de, ductus endolymphaticus.*

Fig. 11. 12.

Gehörorgan von *Raja torpedo*, von aussen und innen gesehen. Figurenerklärung wie vorhin.

Fig. 13. 14.

Gehörorgan von *Siredon pisciformis*, von aussen und innen gesehen. Figurenbezeichnung wie vorhin; *pi, pars initialis cochleae; lag, lagena; dp, ductus perilymphaticus.*

Fig. 15. 16.

Gehörorgan von *Triton cristatus*, von aussen und innen gesehen. Figurenbezeichnung wie früher.

Fig. 17. 18.

Gehörorgan von *Salamandra maculata*, von aussen und innen gesehen. Figurenerklärung wie vorhin; *pb, pars basilaris; dp, ductus perilymphaticus.*

Fig. 19. 20.

Gehörorgan von *Rana*, von aussen und innen gesehen. Figurenerklärung wie früher.

Fig. 21. 22.

Gehörorgan von *Coluber natrix*, von aussen und innen gesehen.

Fig. 23. 24.

Gehörorgan von *Lacerta agilis*, von aussen und innen gesehen Frühere Figurenbezeichnung; *dp, ductus perilymphaticus.*

Fig. 25. 26.

Gehörorgan von *Testudo graeca*, von aussen und innen gesehen. Figurenbezeichnung wie vorhin.

Fig. 27. 28.

Gehörorgan von *Crocodilus niloticus*, von aussen und innen gesehen. Frühere Figurenbezeichnung; *mr, membrana Reissneri*

Fig. 29. 30.

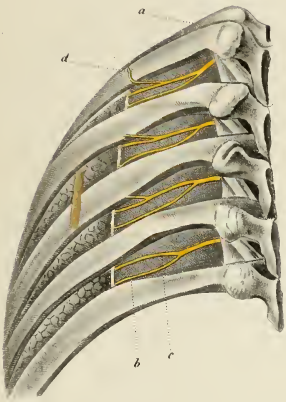
Gehörorgan von *Columba domestica*, von aussen und innen gesehen. Frühere Figurenbezeichnung; *cr, canalis reuniens.*

Fig. 31. 32.

Gehörorgan vom Rinde, von aussen und innen gesehen; *hor*, horizontale Ampulle; *hor'*, horizontaler Bogengang; *sag*, sagittale Ampulle; *sag'*, sagittaler Bogengang; *fr*, frontale Ampulle; *fr'*, frontaler Bogengang; *c*, Commissur der Bogengänge; *ru, recessus utriculi; u, utriculus; v*, Verbindungsröhre der hinteren Ampulle; *s, sacculus; de, ductus endolymphaticus; pb, pars basilaris; mr, membrana Reissneri; cr, canalis reuniens; lag, lagena; b*, Vorhofsblindsack.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

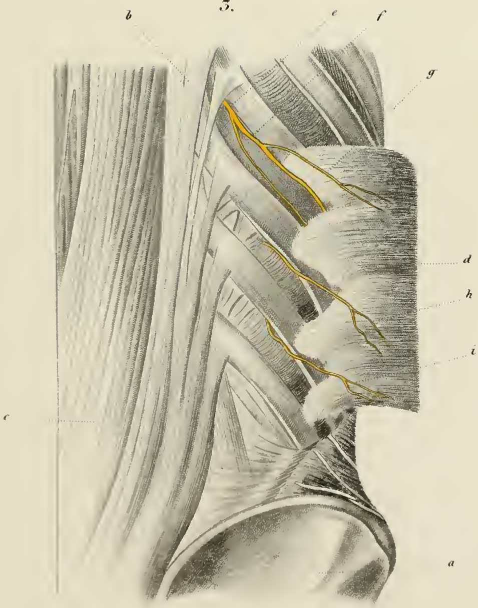
2.



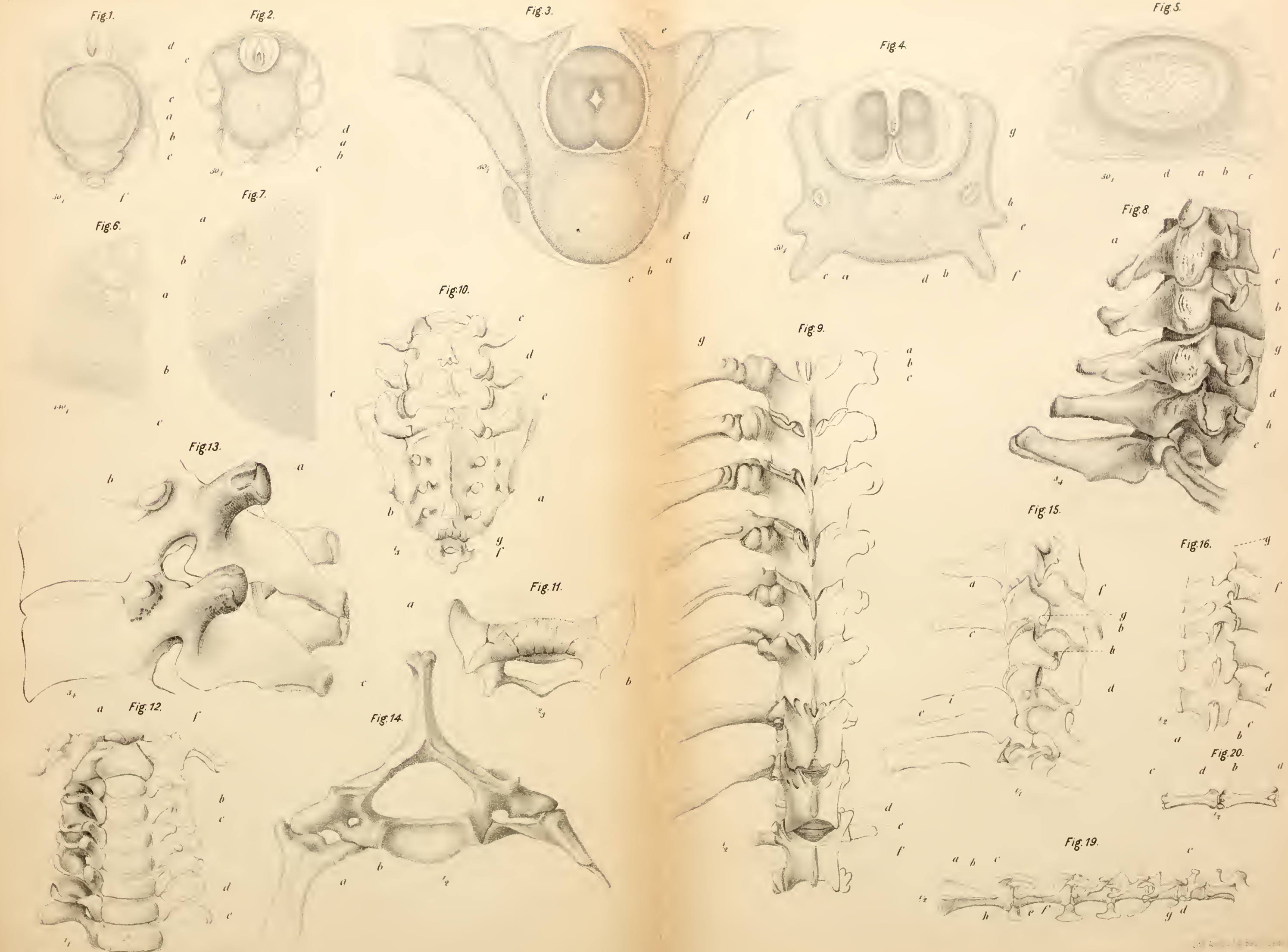
1.



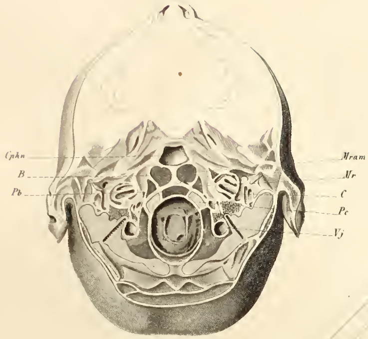
3.



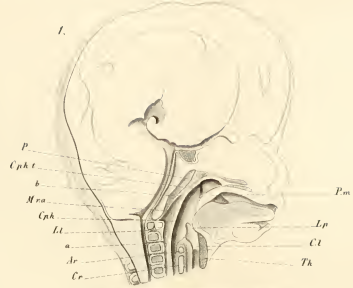
Rabus del. Wagenschieber sc.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 19.
Fig. 20.

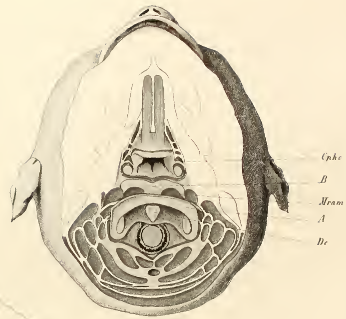
5


Cphn
B
Pb
Mram
Mr
C
Pc
Vj

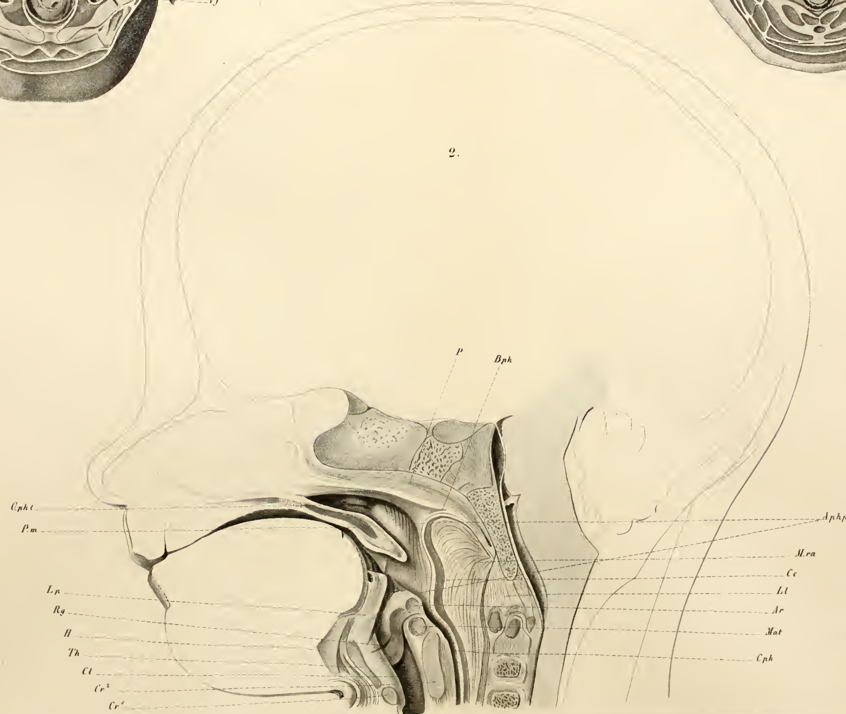
1.

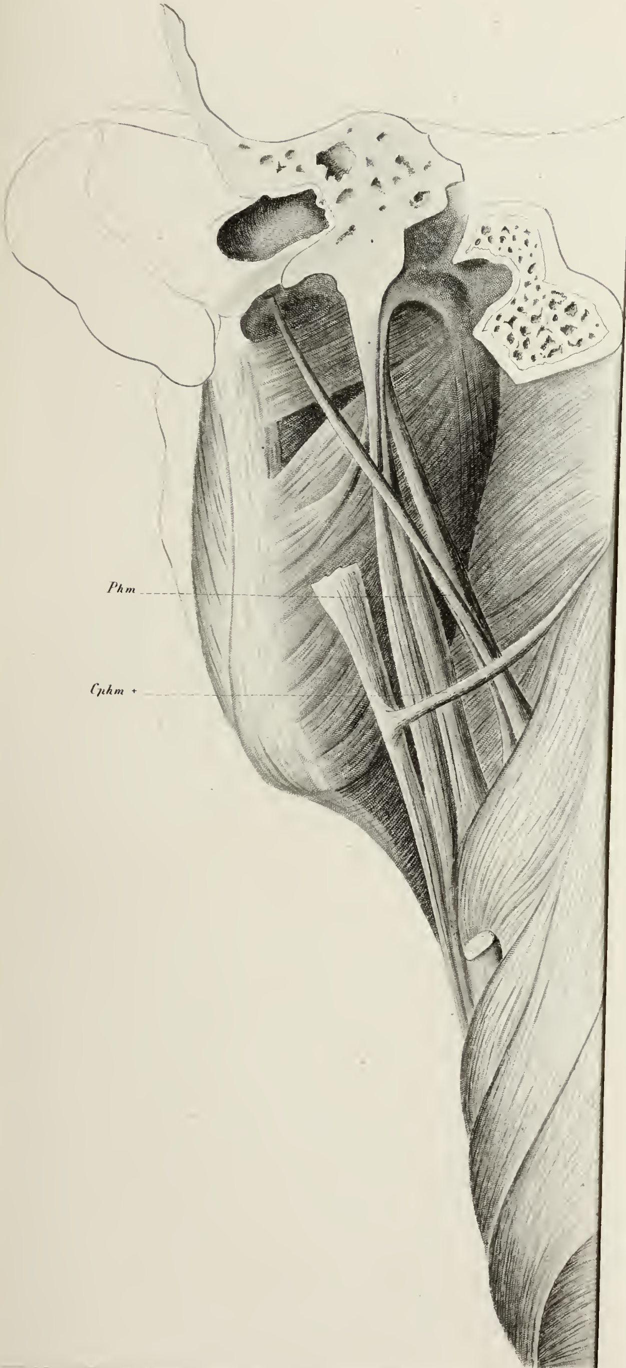

P
Cpht
b
M.ra
Cph
Lt
a
Ar
Cr
P.m
Lp
Ct
Th

7.

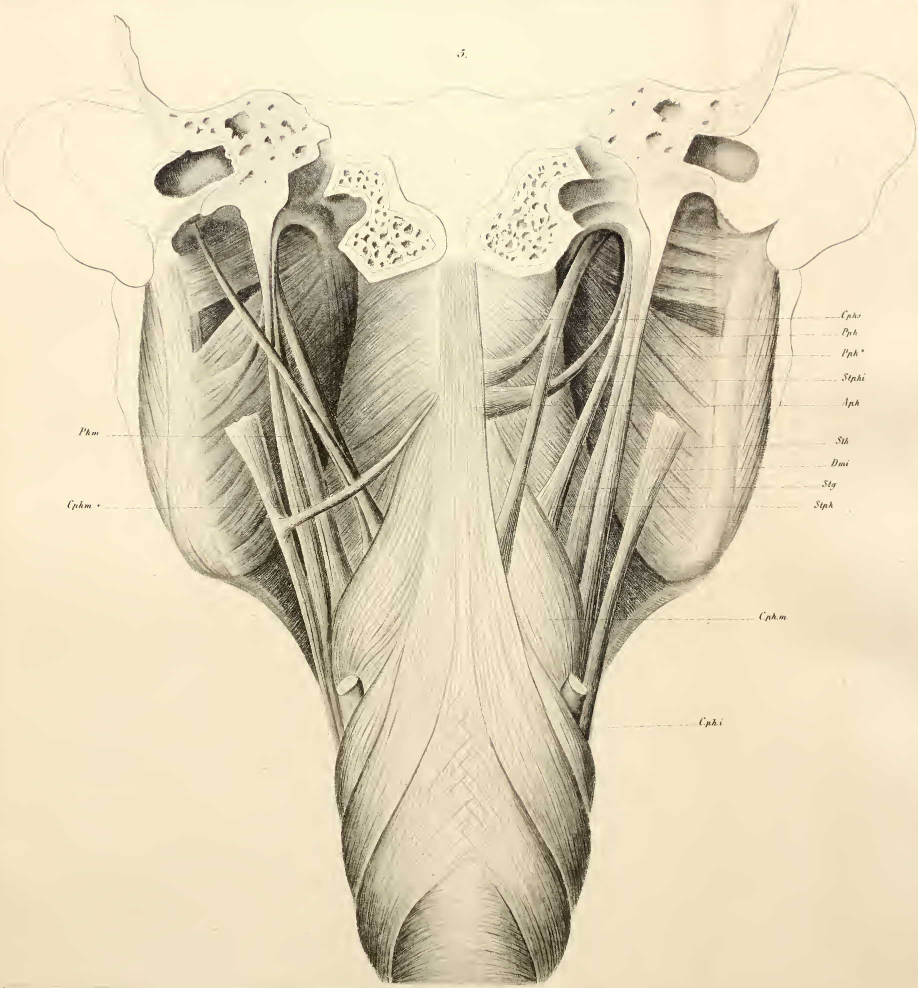

Cphc
B
Mram
A
Dc

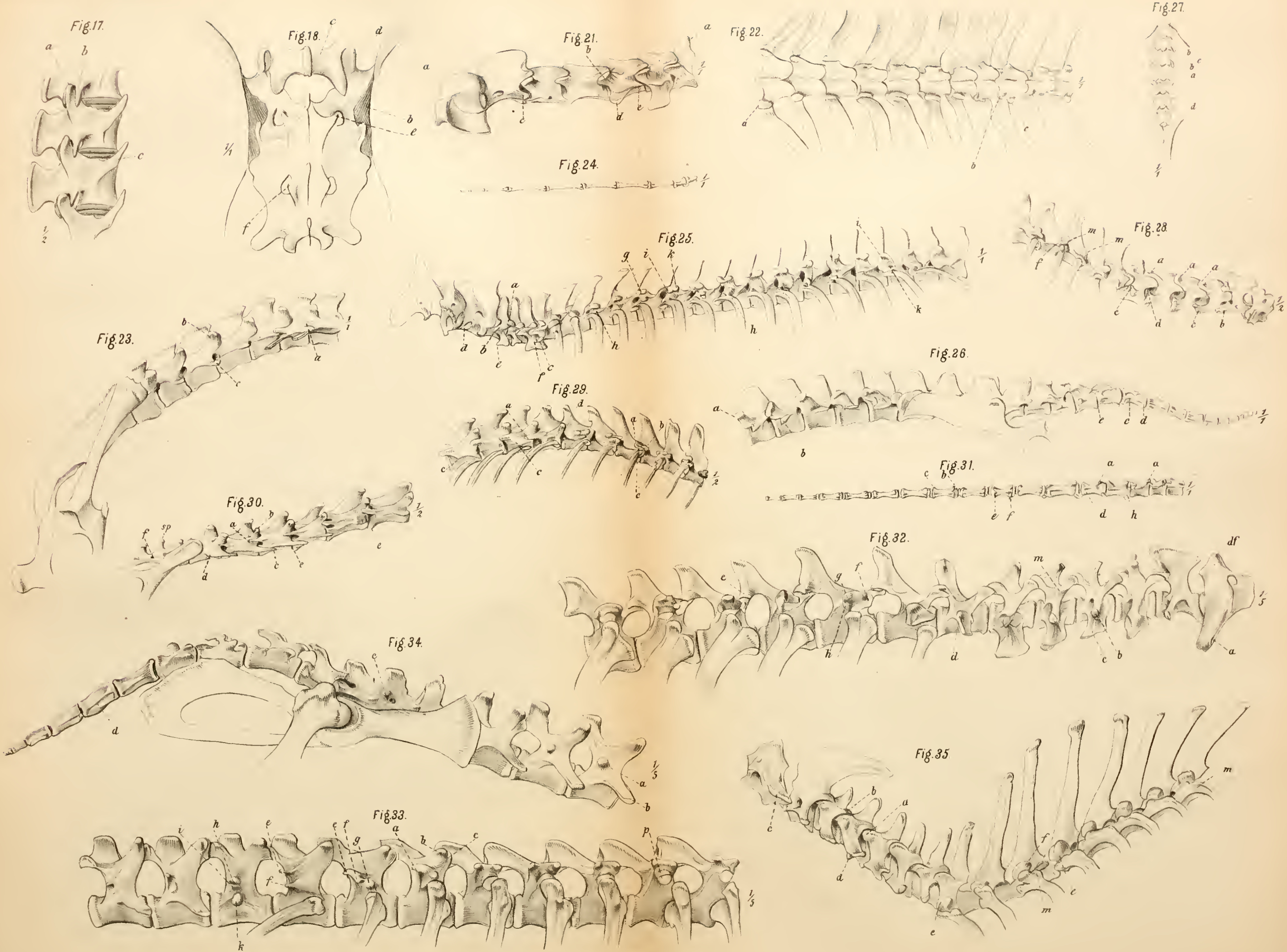
2.


P
Bph
Cpht
P.m
Lp
Rg
H
Th
Ct
Cr²
Cr¹
Aphp
M.ra
Cc
Lt
Ar
Mat
Cph



Rabus del.


5.
Cphs
Pph
Pph*
Stphi
Aph
Phm
Sth
Dmi
Stg
Cphm +
Stph
Cph.m
Cph.i



Kabus del.

Lith. Anst. v. J. G. Bach Leipzig


Fig. 36.
Fig. 37.
Fig. 38.
Fig. 39
Fig. 40.
Fig. 41.
Fig. 42.
Fig. 43.
Fig. 44.
Fig. 46.
Fig. 47.
Fig. 48.

Fig. 45.



Fig. 49.



Fig. 55.



Fig. 50.

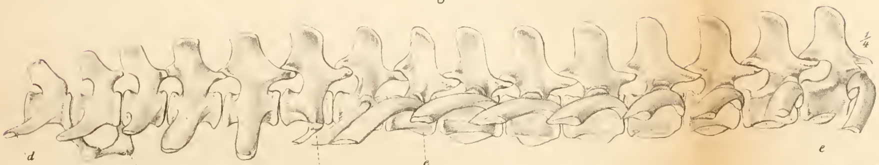


Fig. 51.

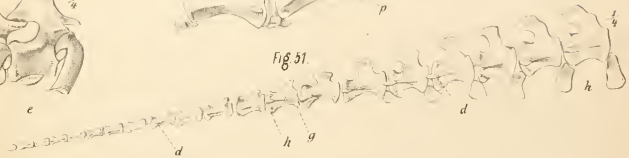


Fig. 54.

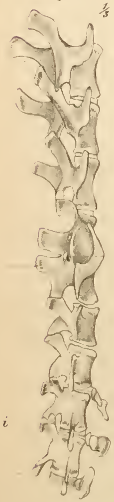


Fig. 53.

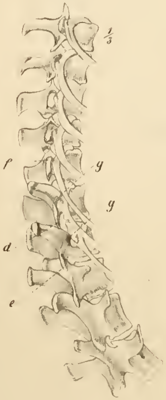


Fig. 52.



Fig. 56.

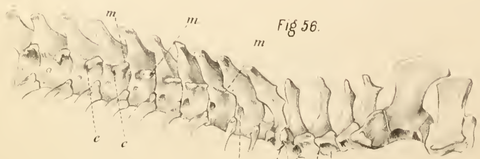


Fig. 57.

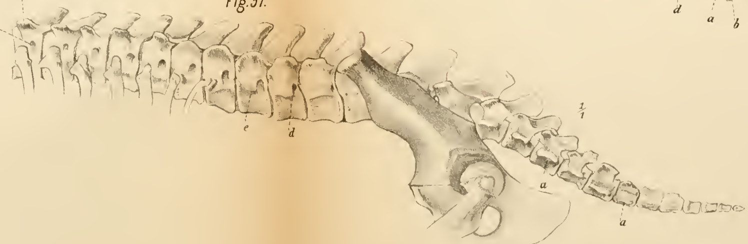
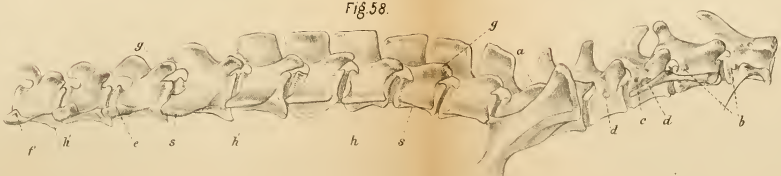


Fig. 58.



1.



2.



3.



4.



5.




1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.

9.



10.



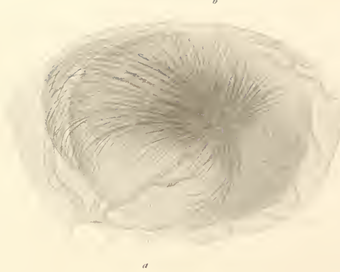
11.



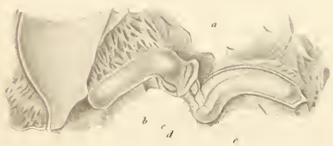
12.



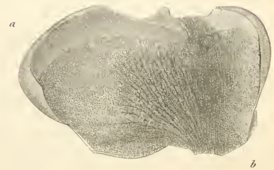
16.



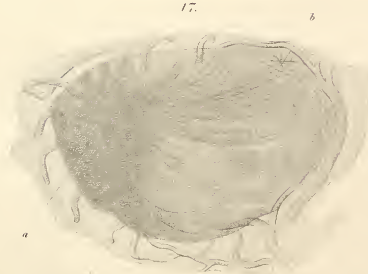
13.



15.



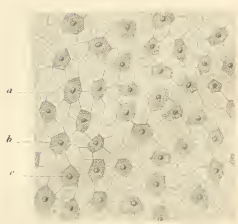
17.



14.



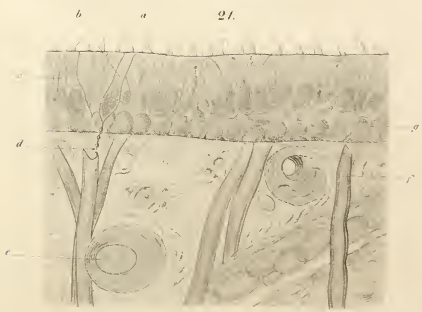
18.



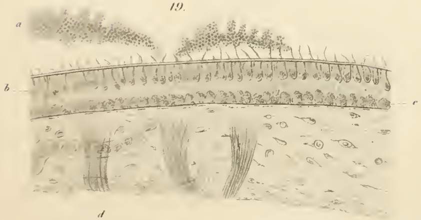
22.



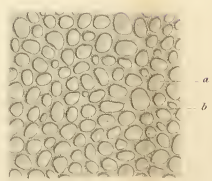
21.



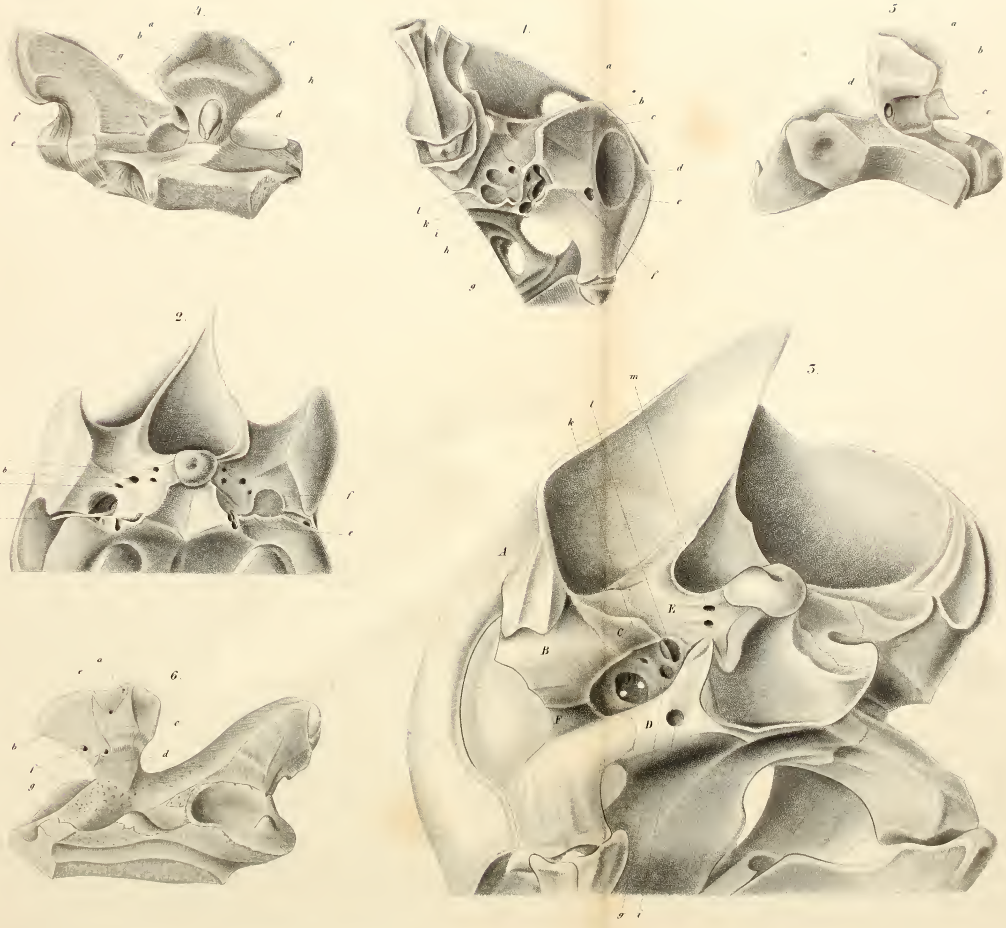
19.



20.



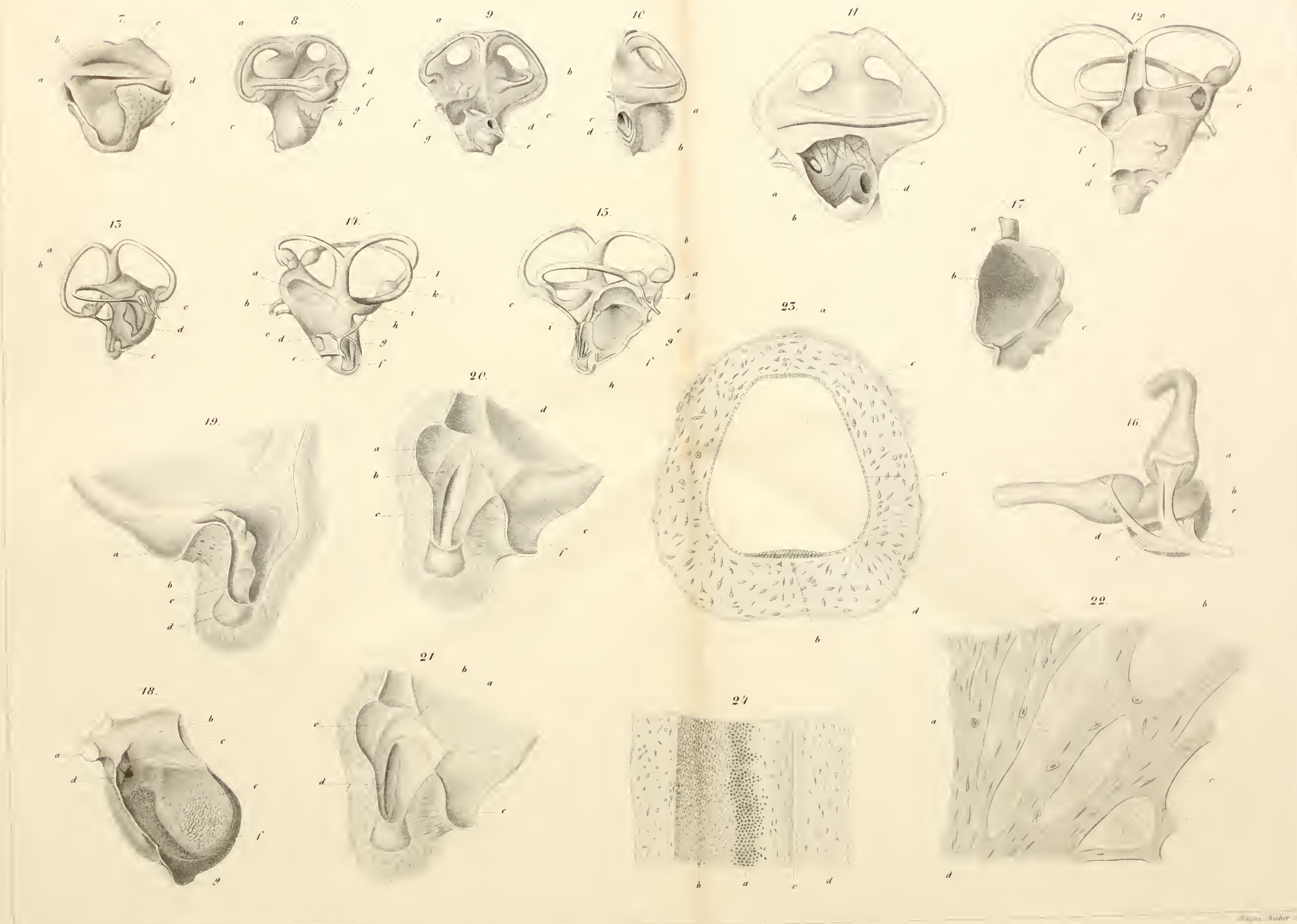
A Rubus del.   Wagenschieber sc.



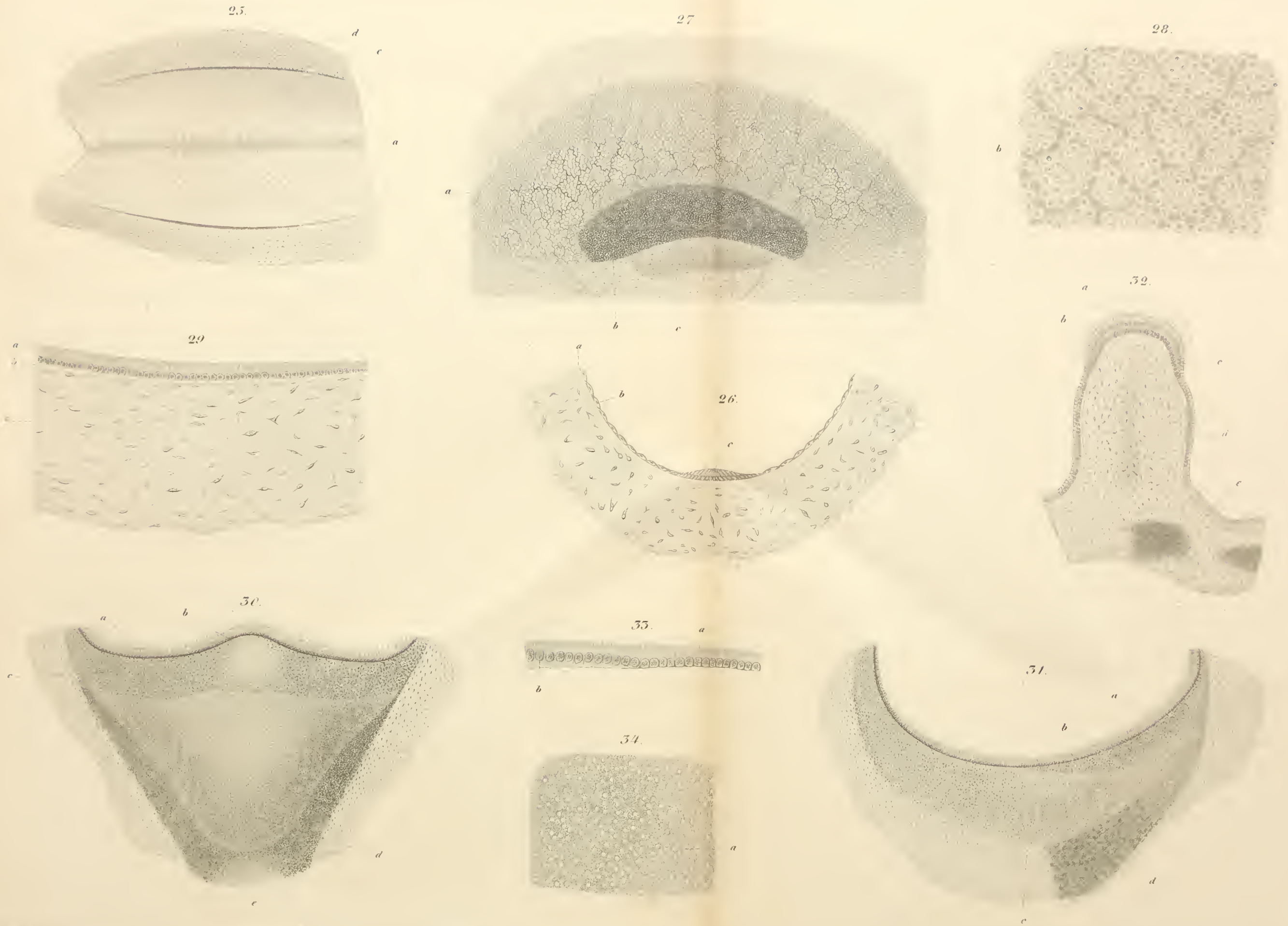
A. Rabus del. Wagenschieber sc.

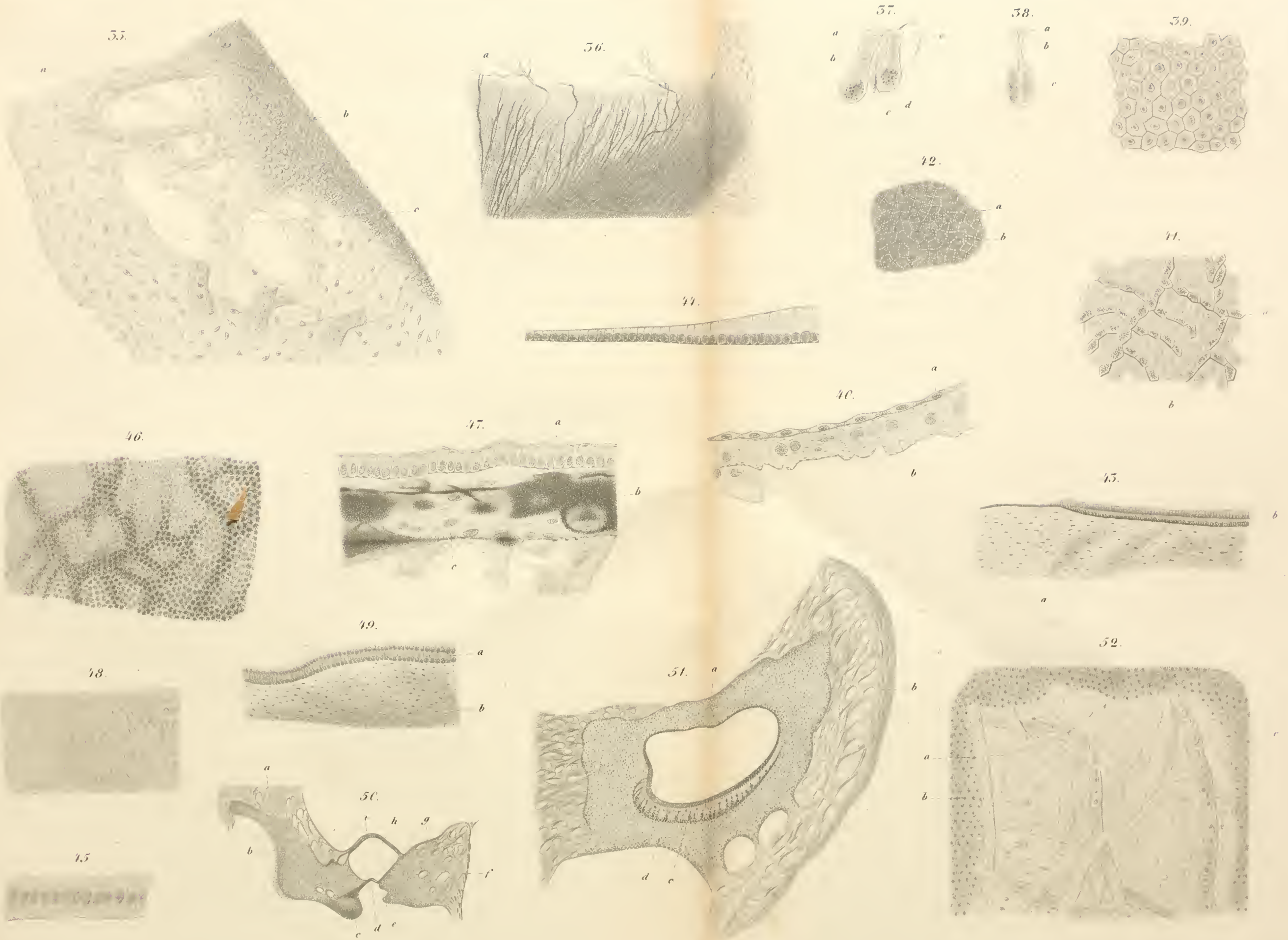
Has

A.Rab



A. Rabus del.


25.
27
28.
29
26.
32.
30.
33.
34.
31.

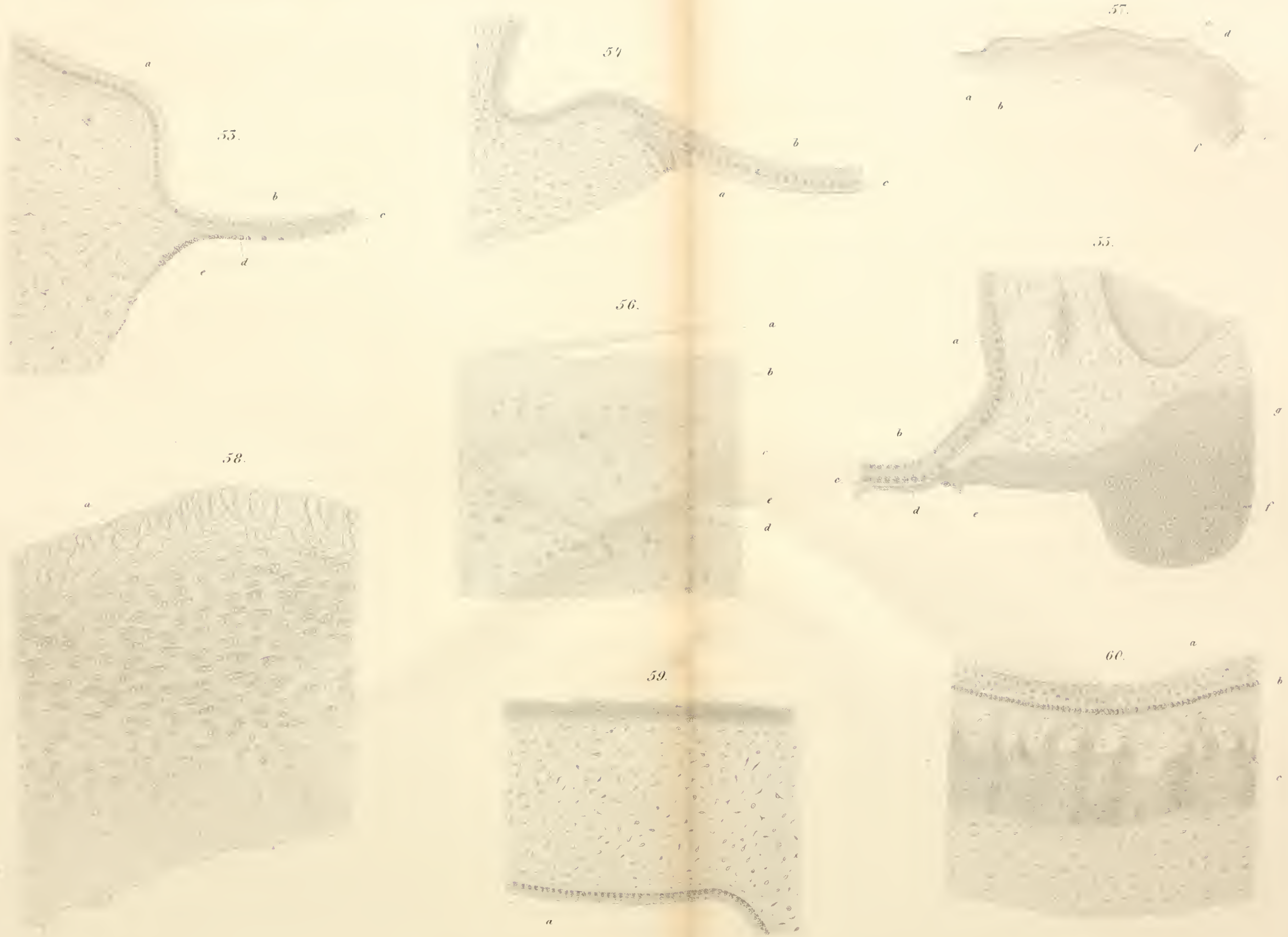


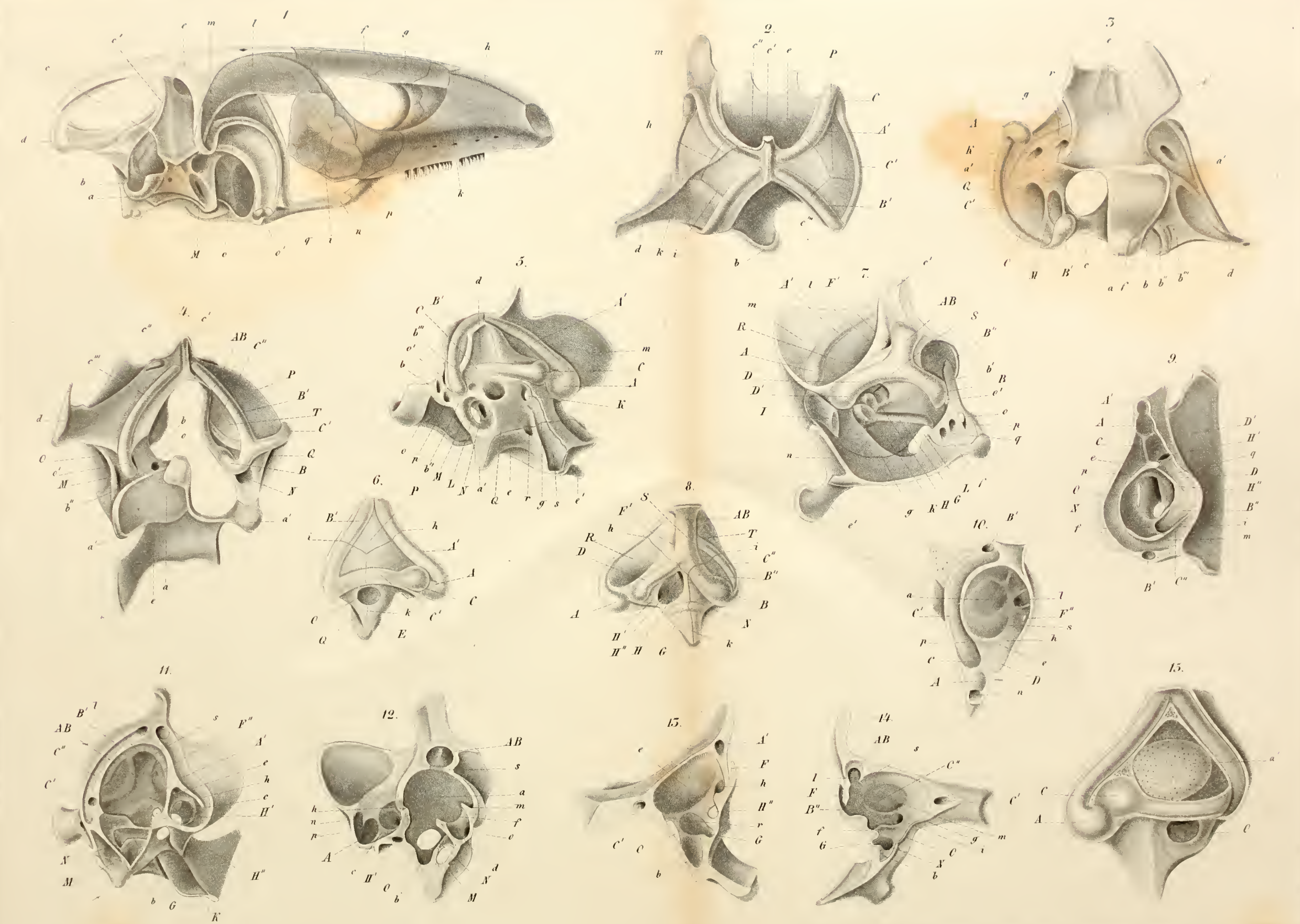
Wabus del.

Wagenschieber sc.

Has.

Rabi


53.
a
b
c
d
e
54.
a
b
c
55.
a
b
c
d
e
f
g
56.
a
b
c
d
e
57.
a
b
d
f
58.
a
b
59.
a
60.
a
b
c

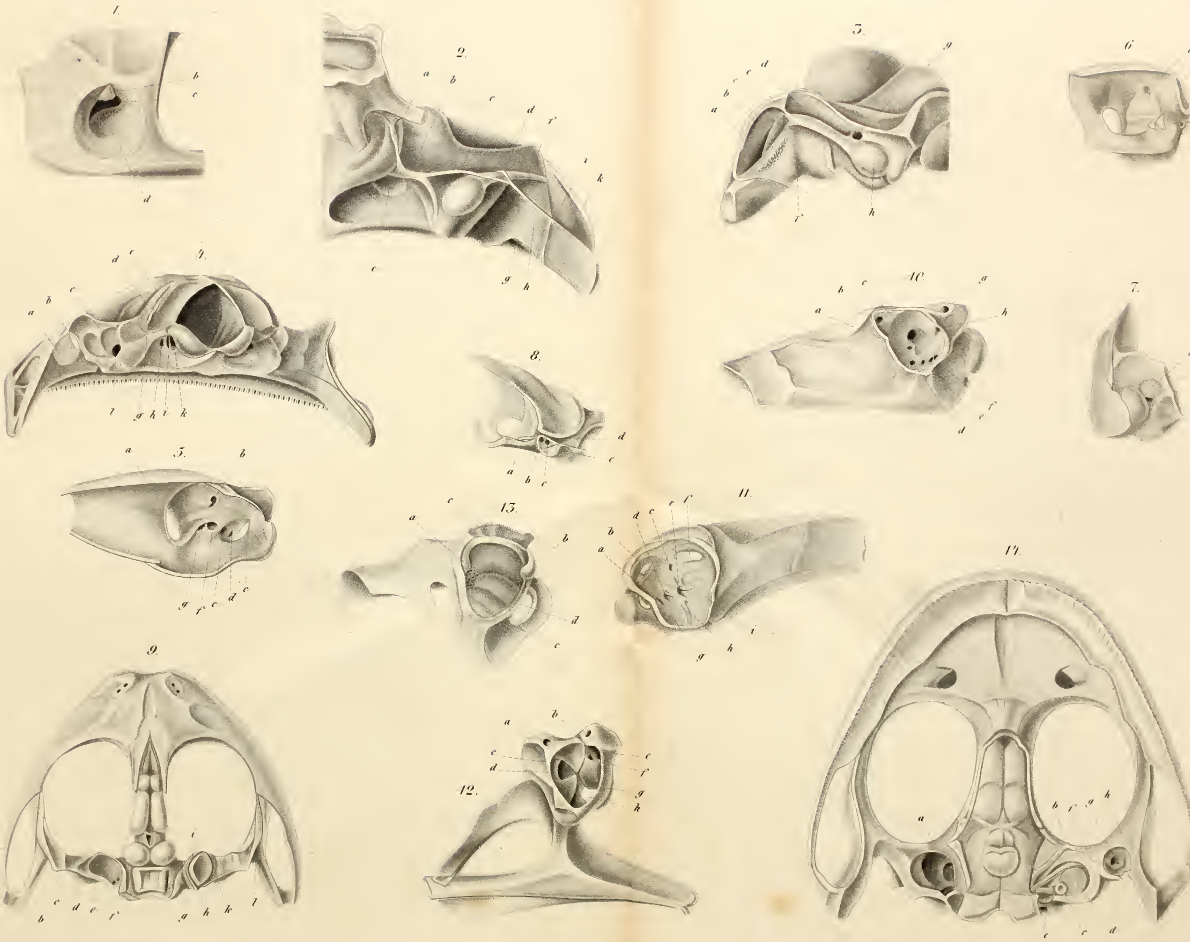


A. Rabus del. Wagenschieber.

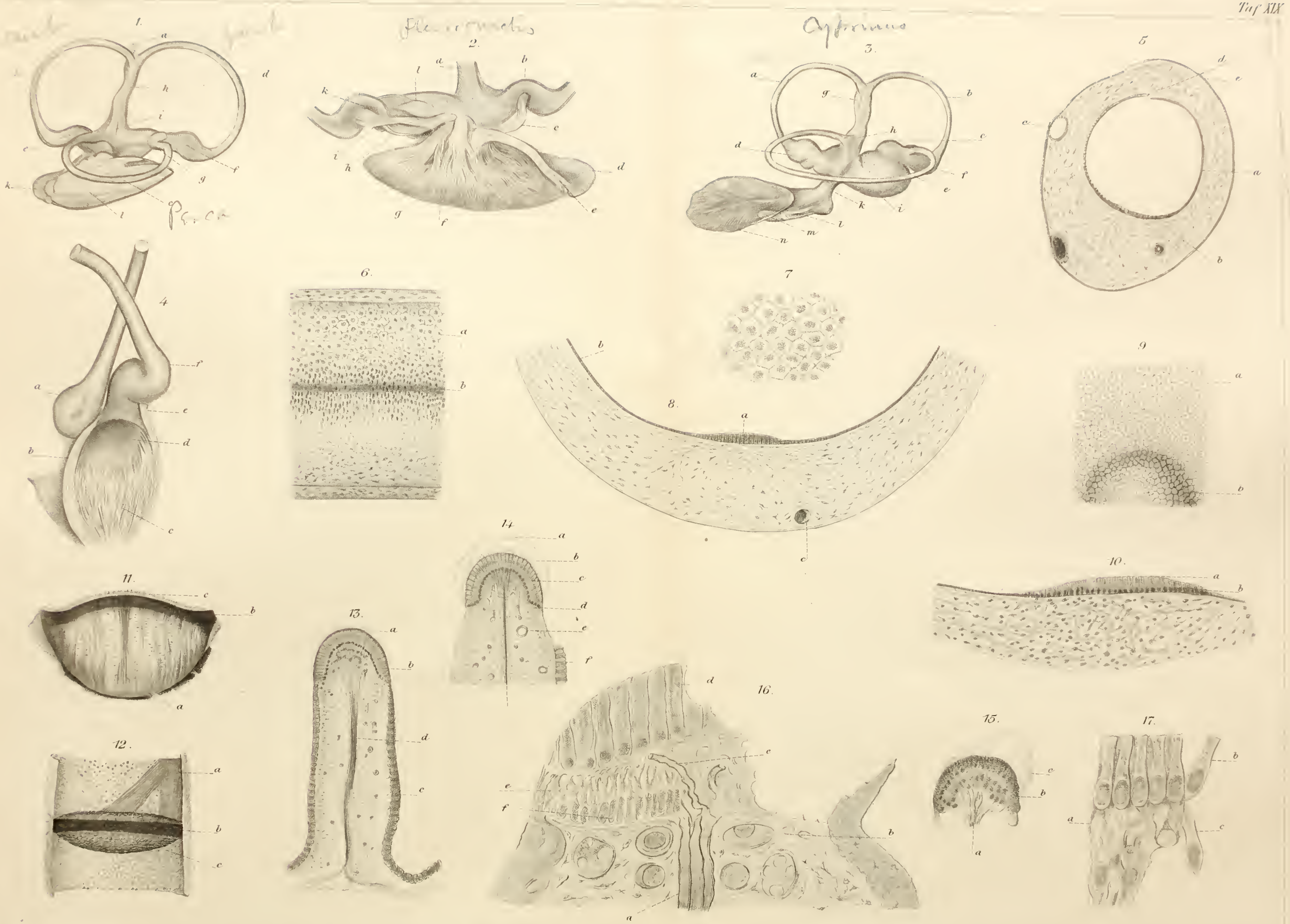


A. Rabus del.

Wagenschieber sc.



A Rabus del. Hagenschieber sc.

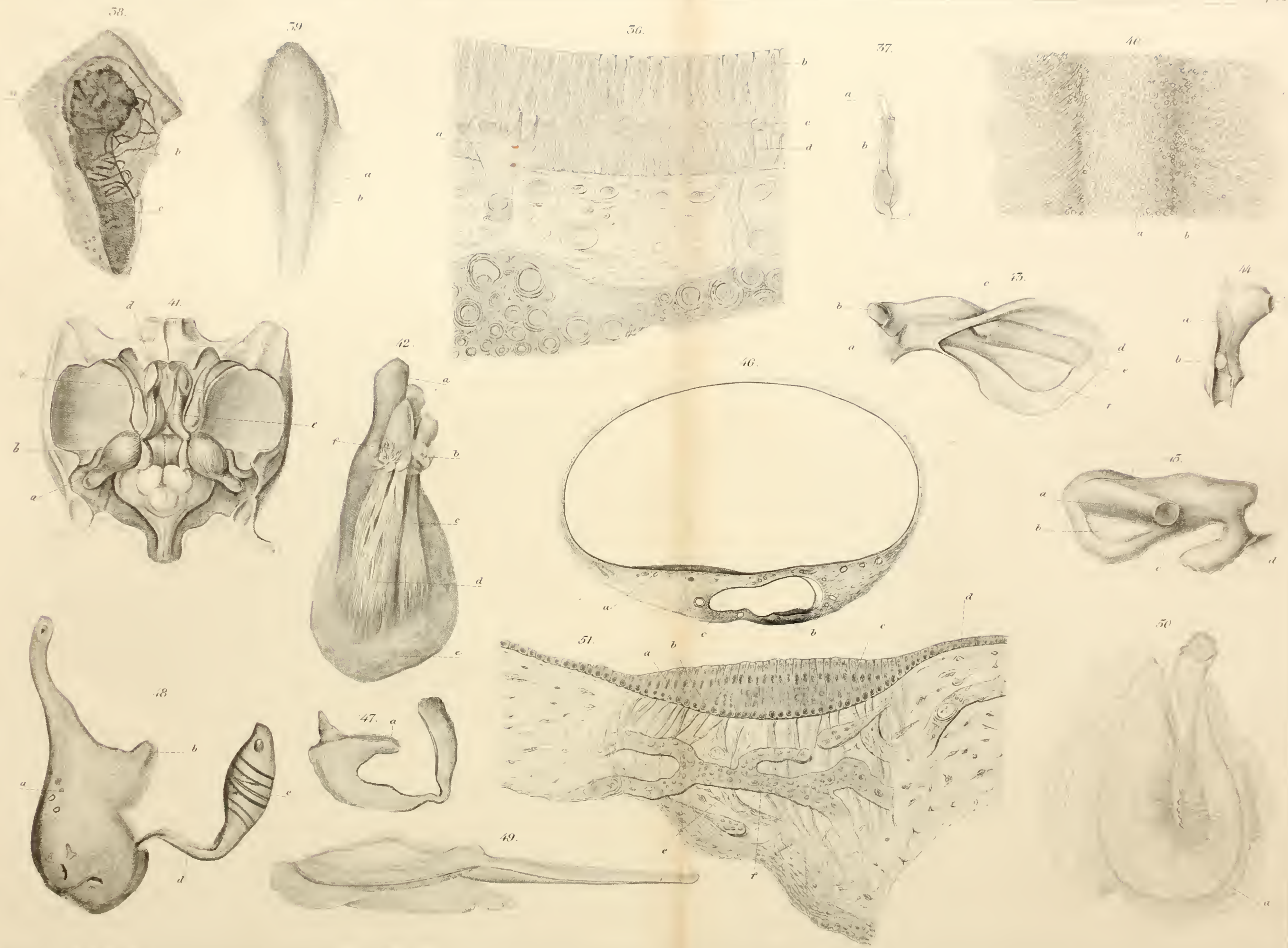


Wittmaack del.

W. Grohmann sc.



Wittmaack et Rabus del.



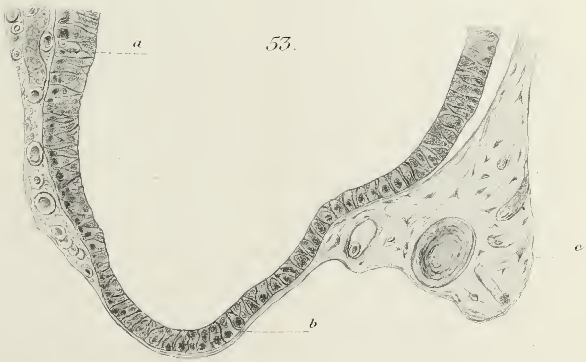
Wittmaack et Rahms del.

Werchmann sc.

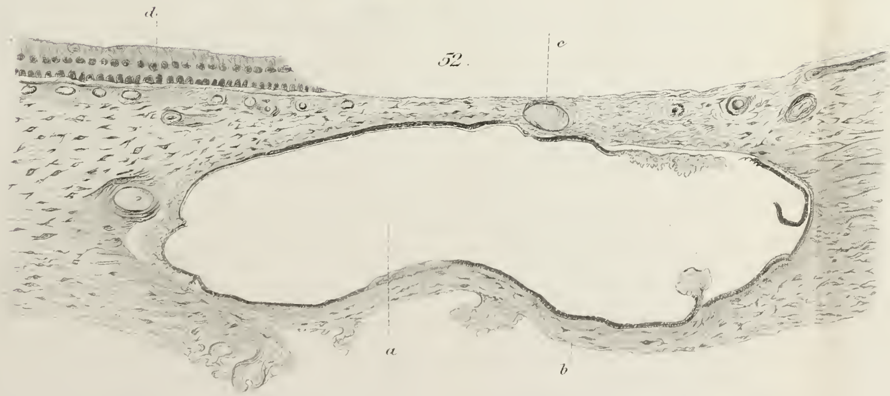
54.

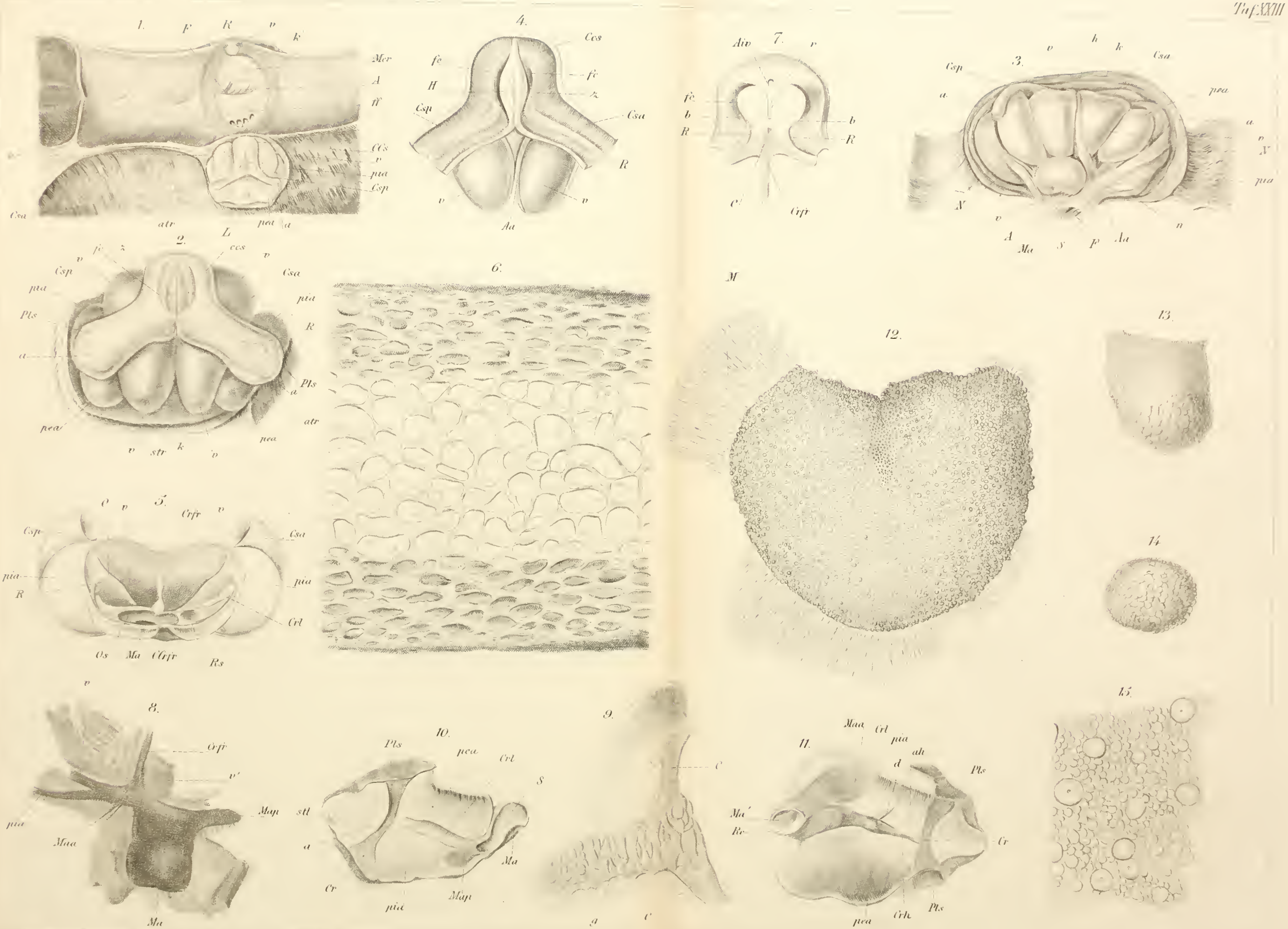


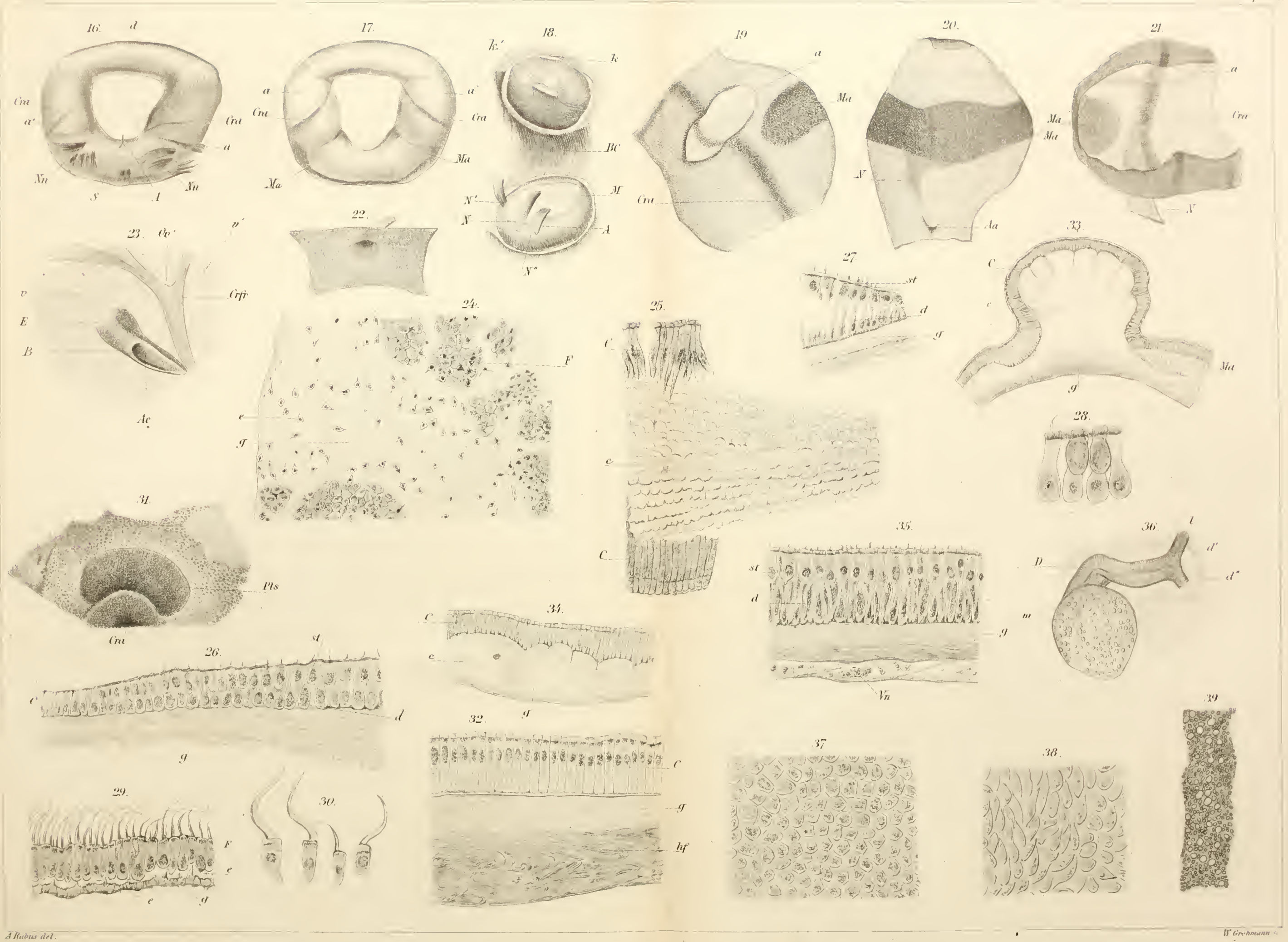
53.



52.

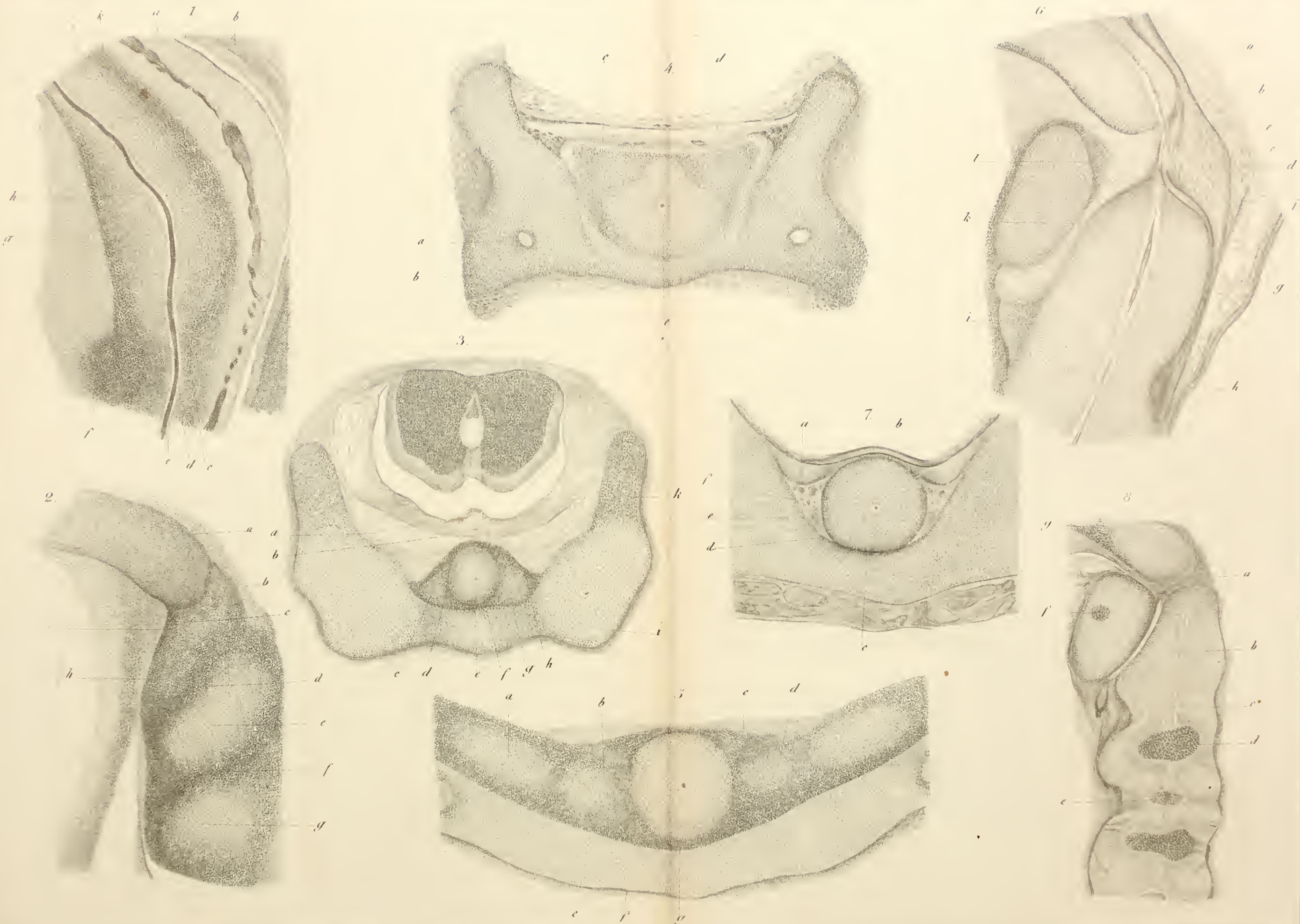



1.
4.
7.
3.
2.
6.
12.
13.
5.
14.
8.
10.
9.
11.
15.



A Rabus del.

W Grohmann sc.



Rabus del.

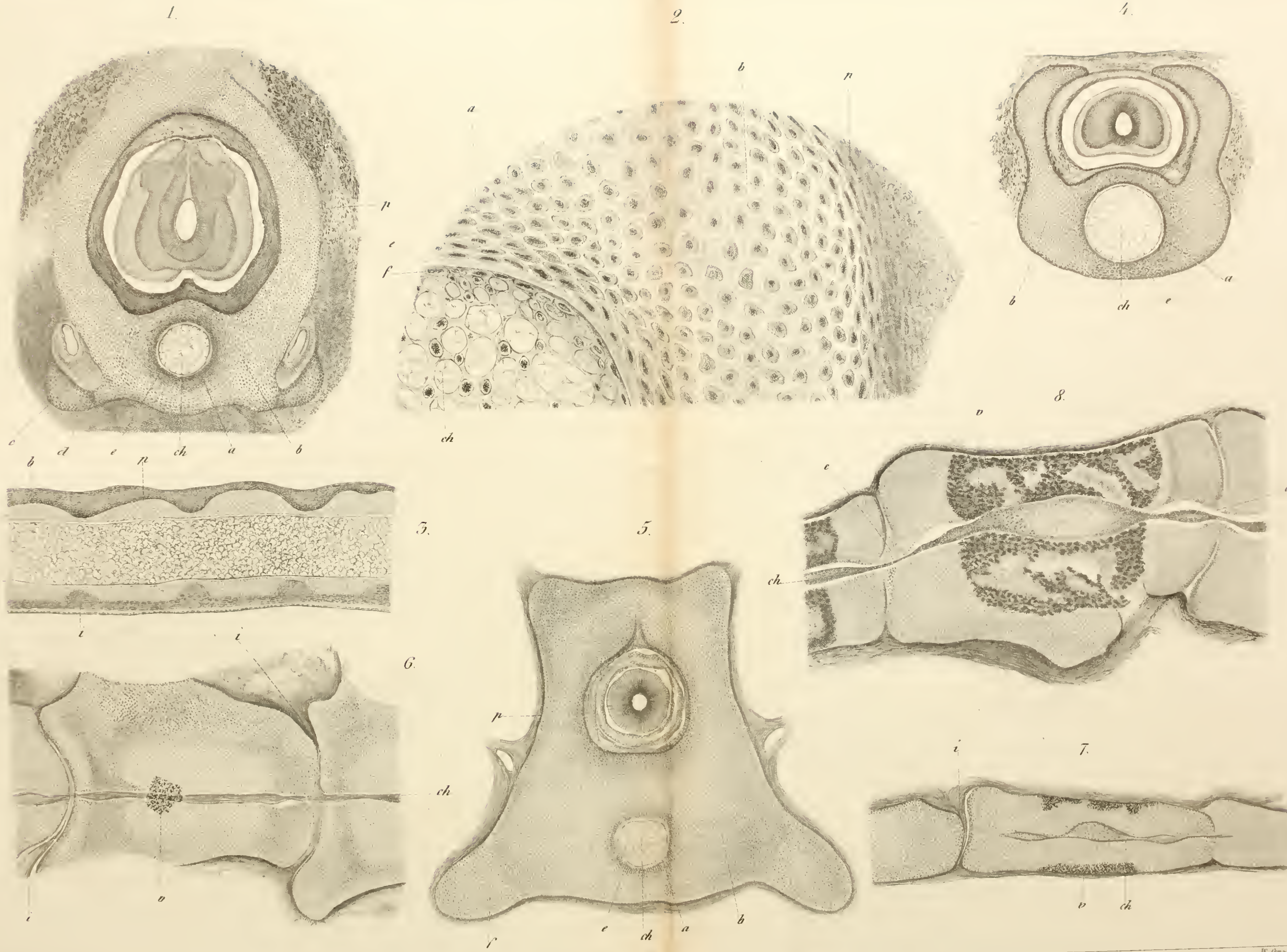

1.
p
c
d
e
ch
a
b
2.
a
b
n
e
f
ch
4.
b
ch
e
a
3.
b
n
a
ch
e
i
5.
p
e
ch
a
b
f
6.
i
ch
v
8.
v
c
ch
7.
i
v
ch

Fig. 9.

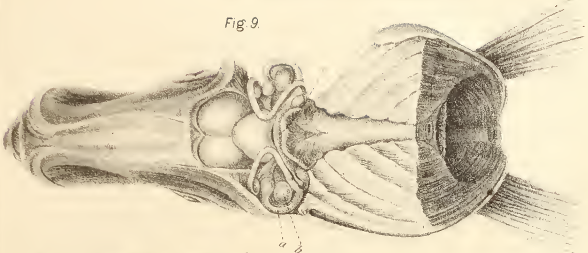


Fig. 12.

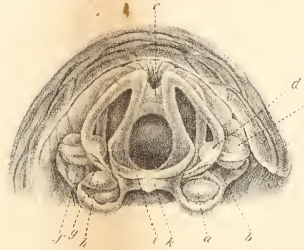


Fig. 4.

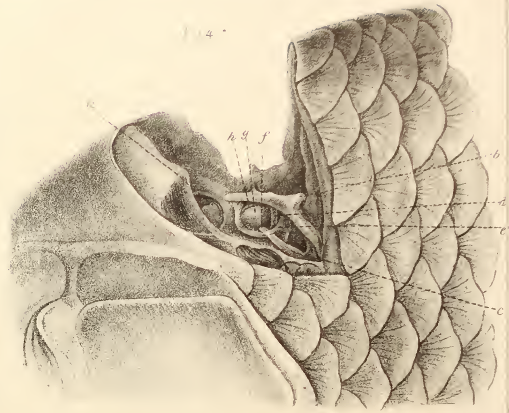


Fig. 11.

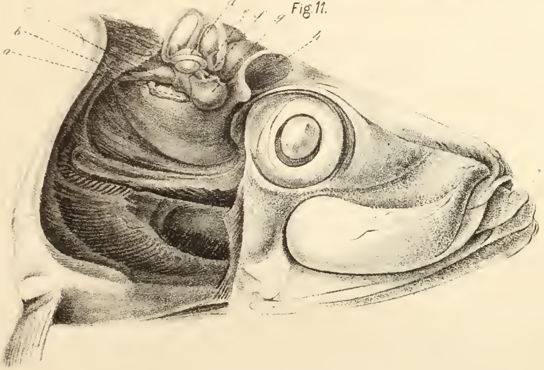


Fig. 1.

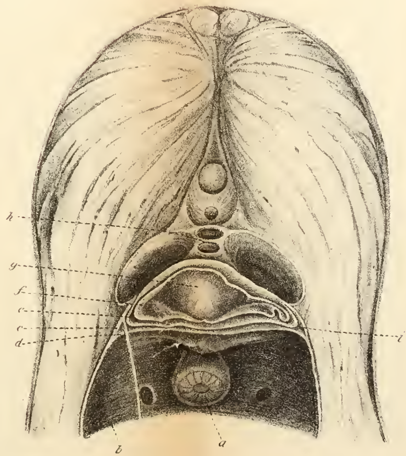


Fig. 2.

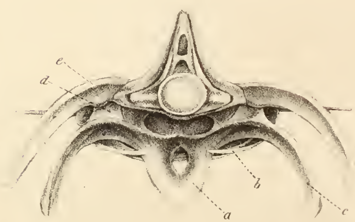


Fig. 5.

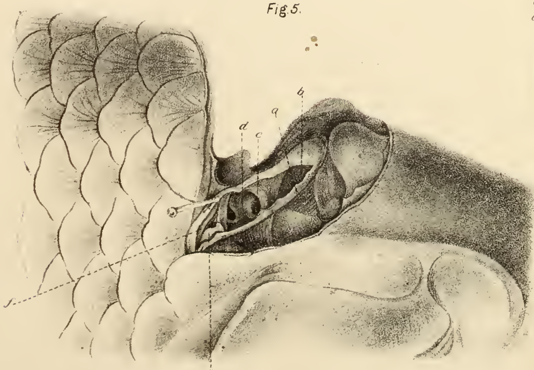


Fig. 10.

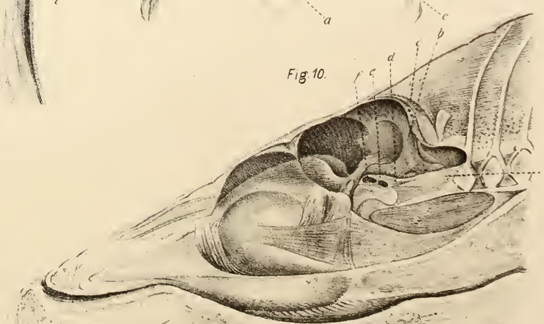


Fig. 7.

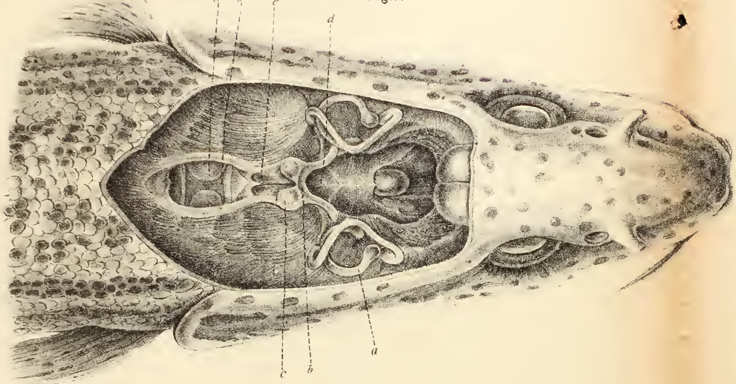


Fig. 8.

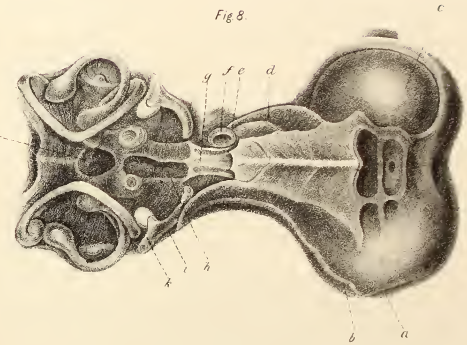


Fig. 6.

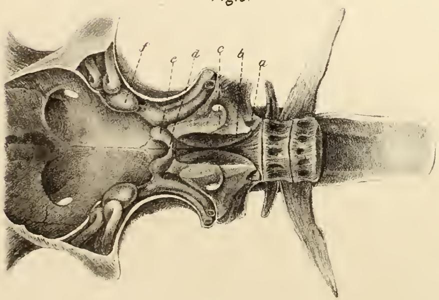
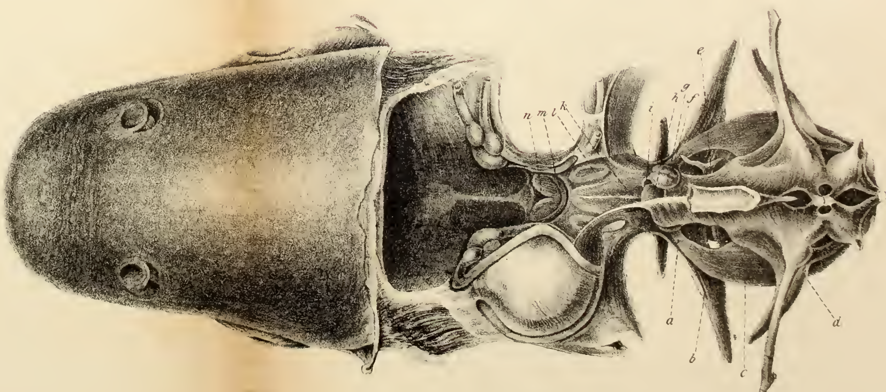


Fig. 3.



2 9,

Fig. 8.

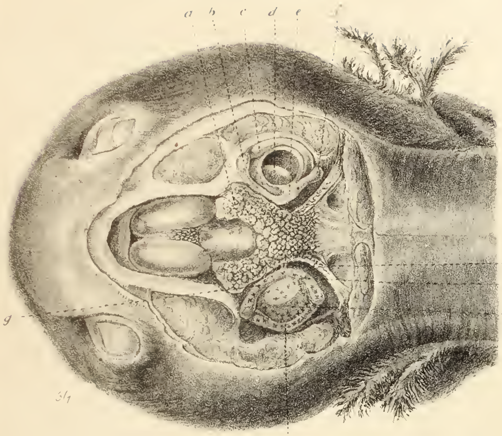


Fig. 3.

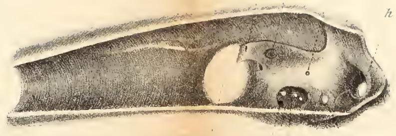


Fig. 7.

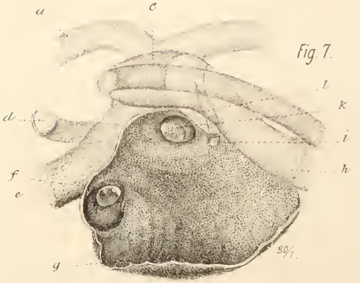


Fig. 4.

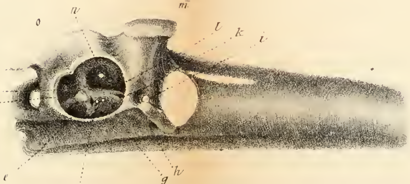


Fig. 6.

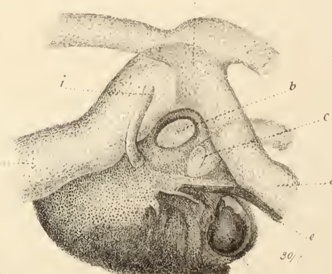


Fig. 9.

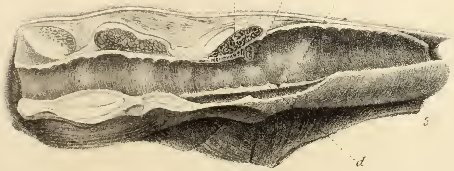


Fig. 5.

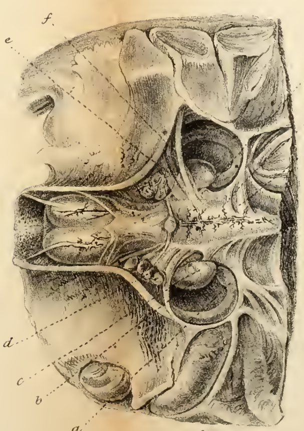


Fig. 1.

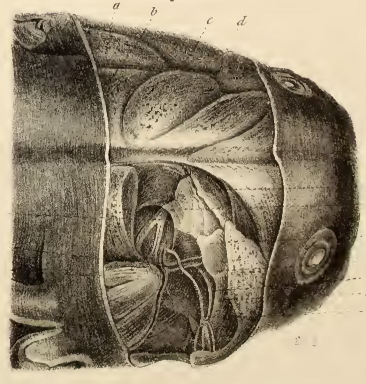
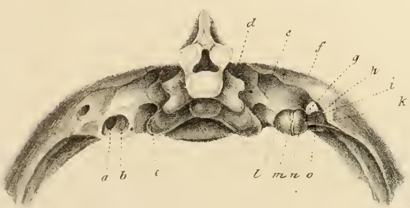
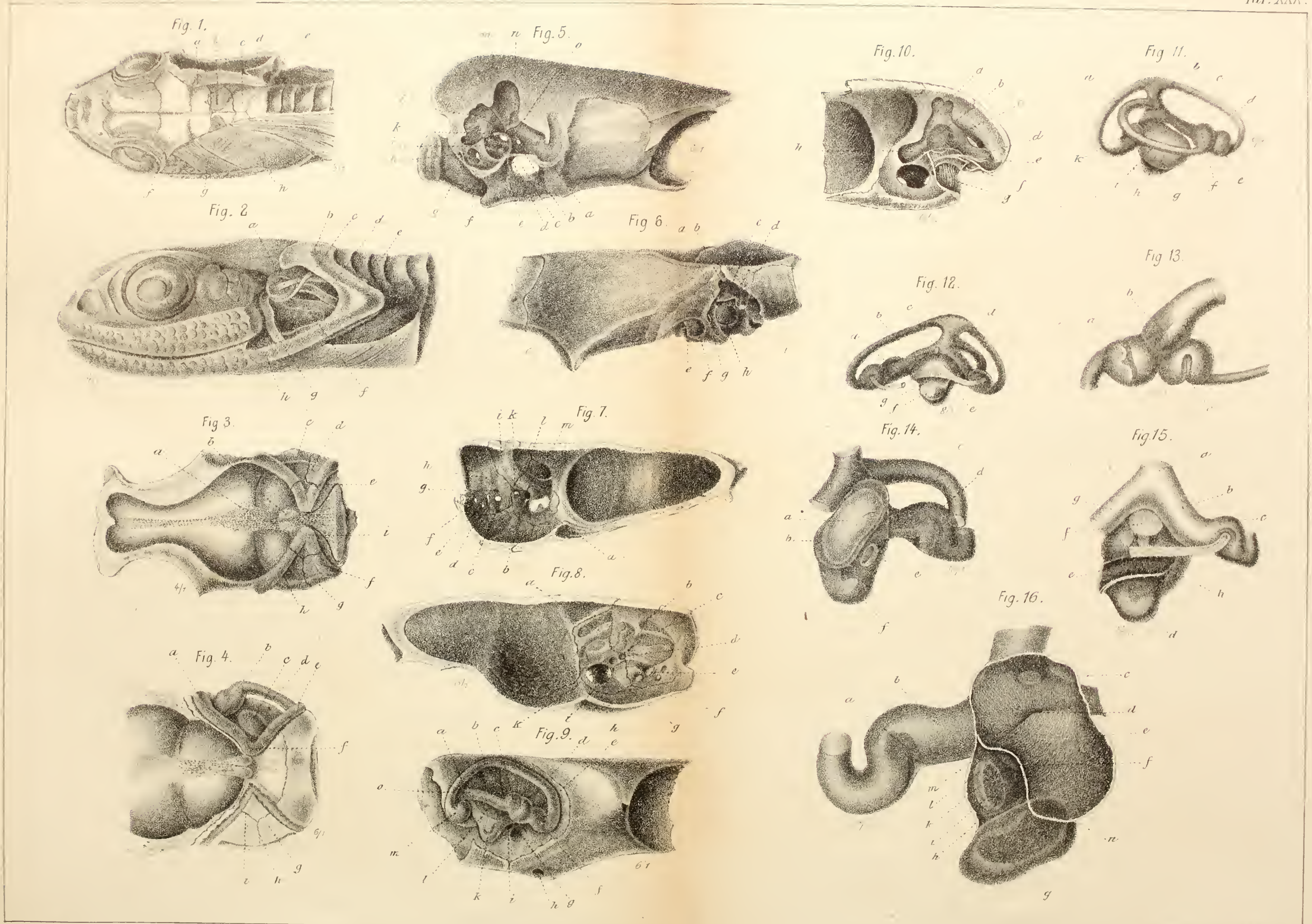
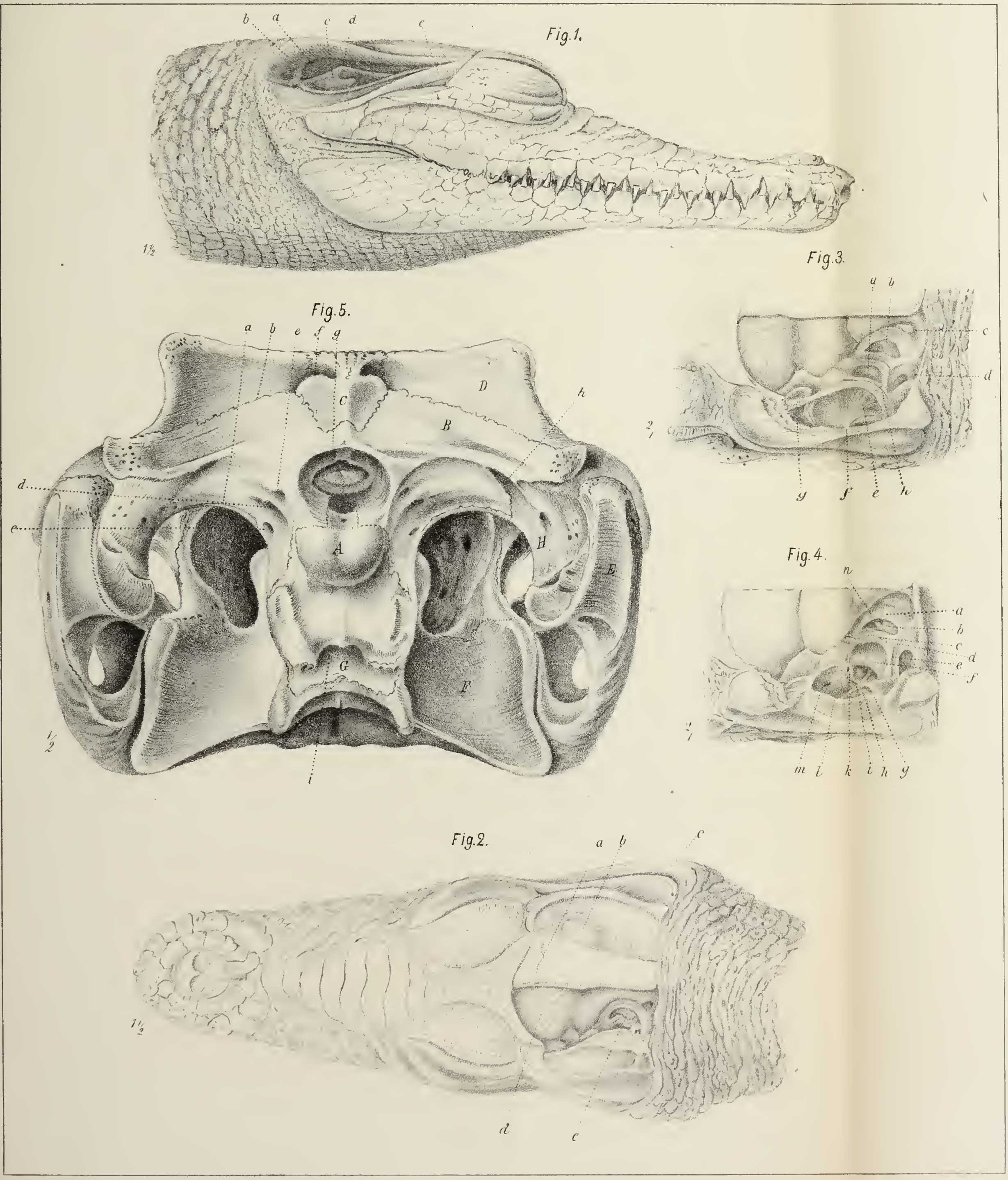


Fig. 2.




Fig. 1.
Fig. 2
Fig 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig 11.
Fig. 12.
Fig 13.
Fig. 14.
Fig 15.
Fig. 16.

Pabst del.



Rabus del.

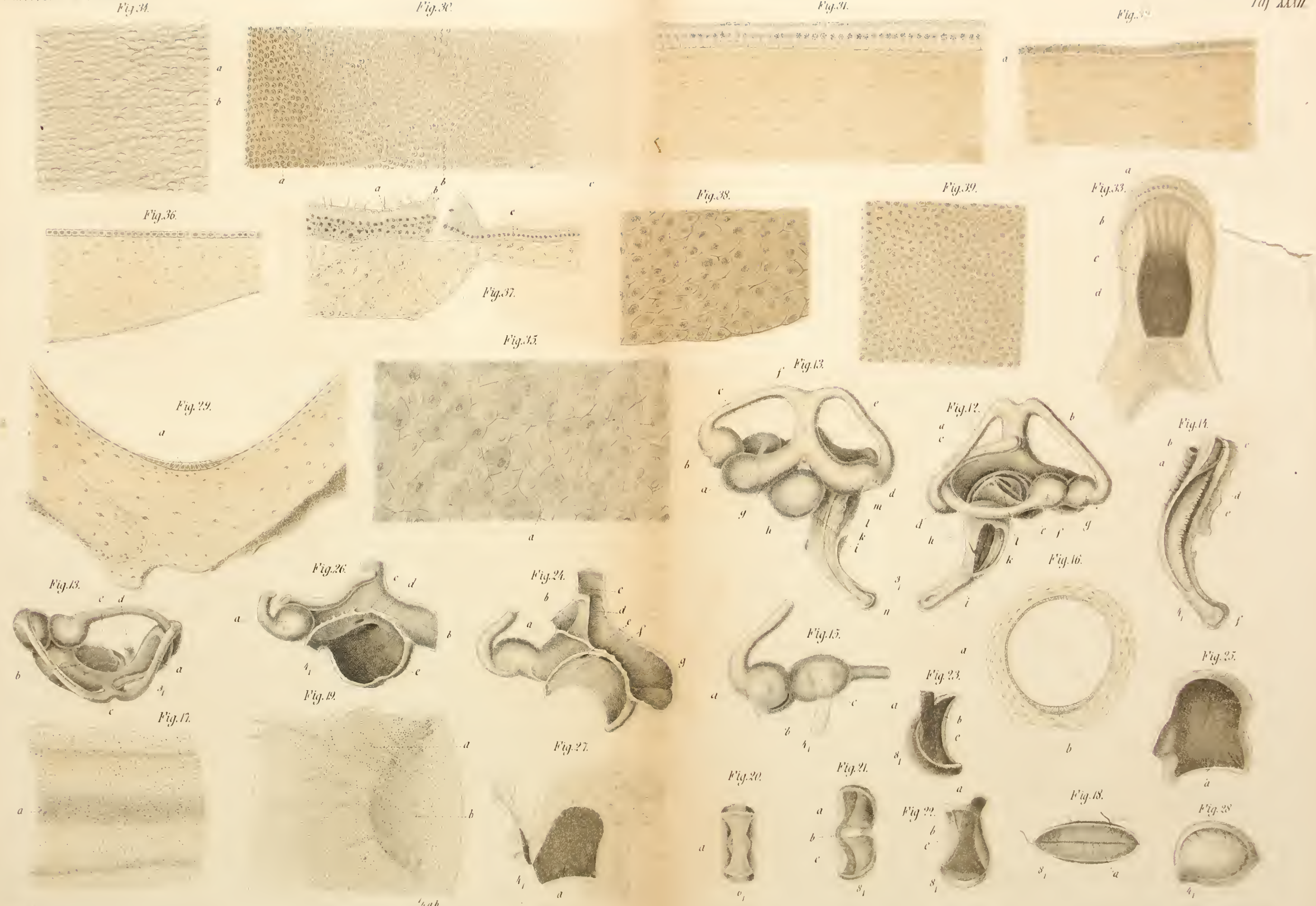

Fig. 34.
Fig. 30.
Fig. 31.
Fig. 32.
Fig. 36.
Fig. 37.
Fig. 38.
Fig. 39.
Fig. 33.
Fig. 35.
Fig. 29.
Fig. 13.
Fig. 12.
Fig. 14.
Fig. 16.
Fig. 13.
Fig. 26.
Fig. 24.
Fig. 15.
Fig. 23.
Fig. 25.
Fig. 19.
Fig. 17.
Fig. 27.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 18.
Fig. 28.

Fig. 10.

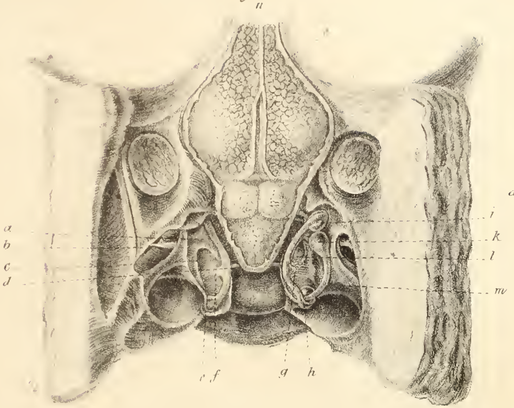


Fig. 7.

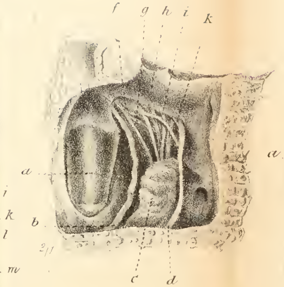


Fig. 9.

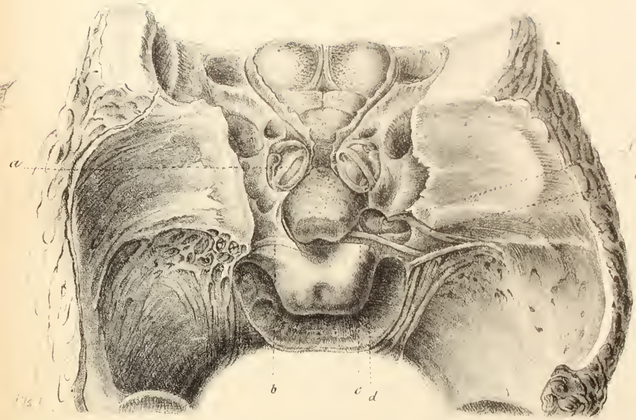


Fig. 6.

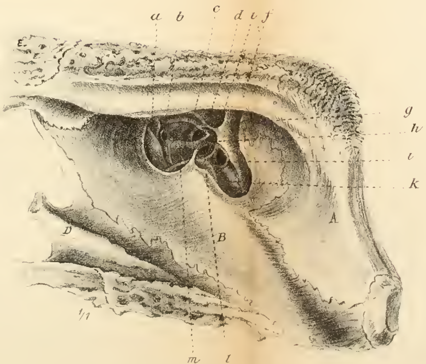


Fig. 11.

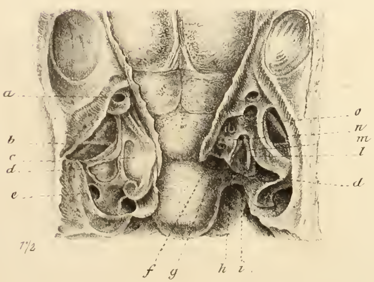
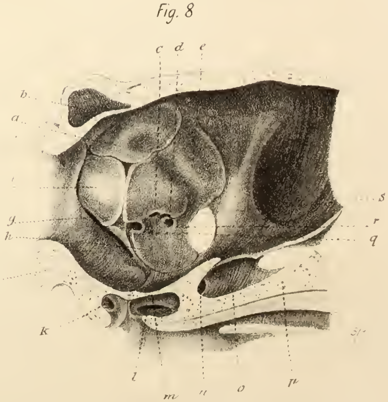


Fig. 8



Pubus del.


Fig. 2. (50/1)
Fig. 3.
Fig. 4. (50/1)
Fig. 5. (15/1)
Fig. 6. (6/1)
Fig. 7. (25/1)
Fig. 8. (8/1)
Fig. 9. (25/1)
Fig. 10. (8/1)
Fig. 11. (4/1)
Fig. 12. (4/1)

Fig. 4.



Fig. 7.

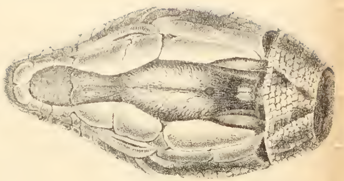


Fig. 8.



Fig. 6.

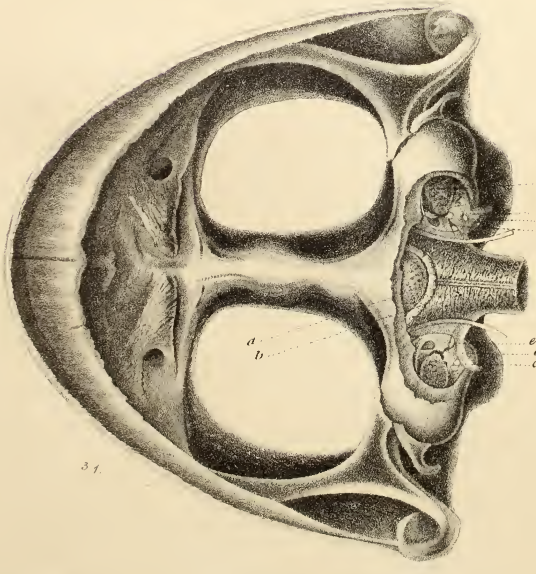


Fig. 1

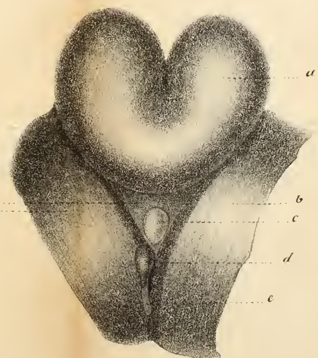
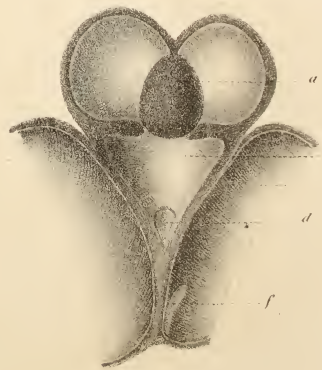


Fig. 2.



Rabel del.

Ra

Fig. 3.
2/1.

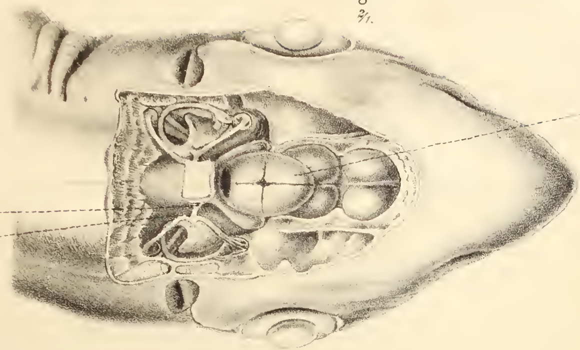


Fig. 5.
3/4

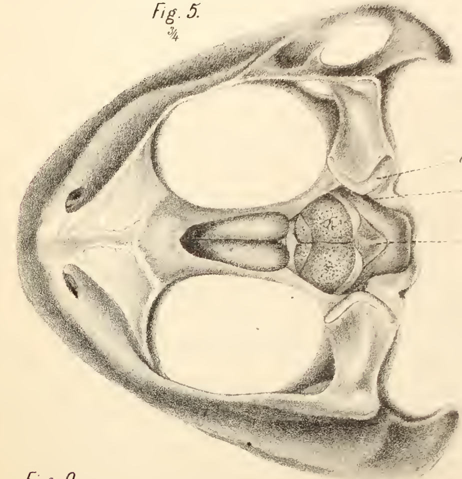


Fig. 10.
2/1.

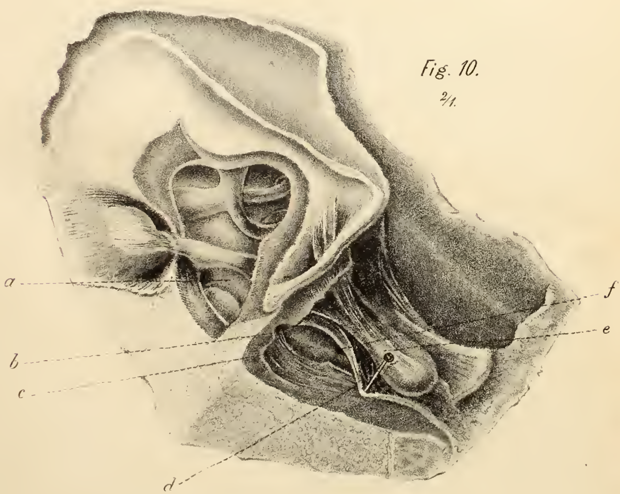


Fig. 9.
1/2.

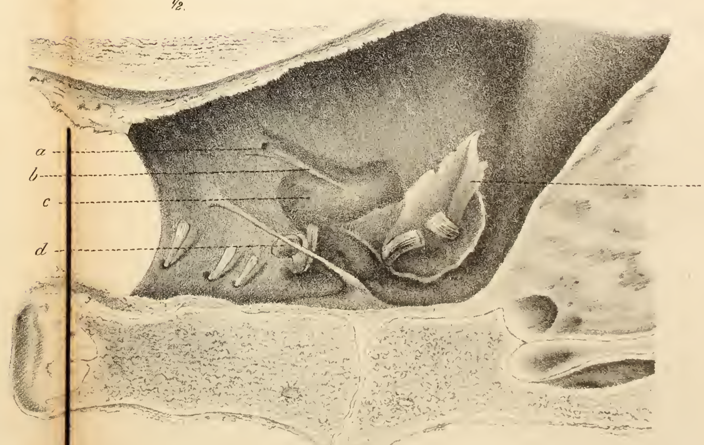




Fig. 1
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24.
Fig. 25.
Fig. 26.
Fig. 27.
Fig. 28.
Fig. 29.
Fig. 30.
Fig. 31.
Fig. 32.
Rana

Fig. 1.

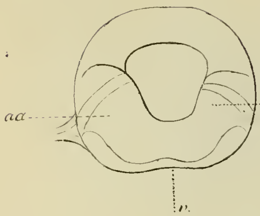


Fig. 2.

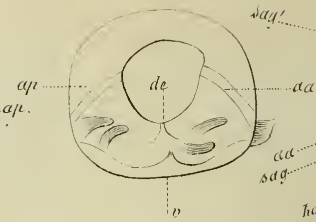


Fig. 3.

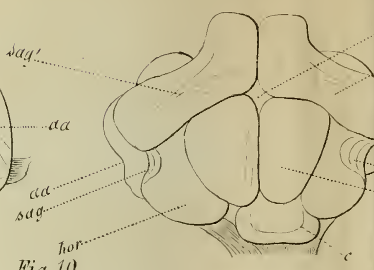


Fig. 9.

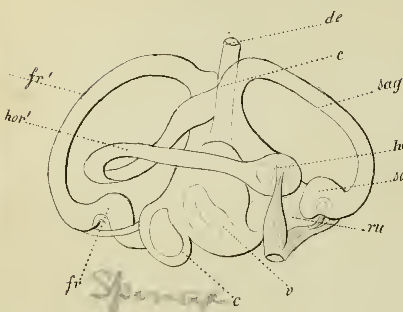


Fig. 10.

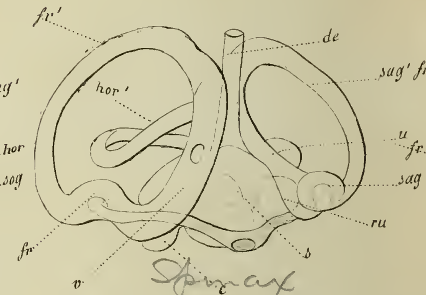


Fig. 17.

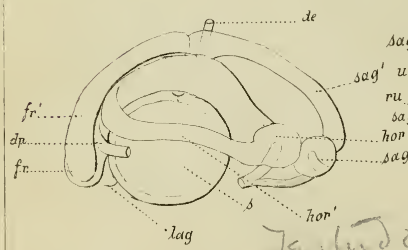


Fig. 18.

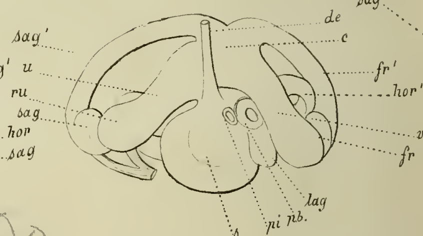


Fig. 19.

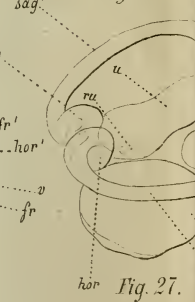


Fig. 25.

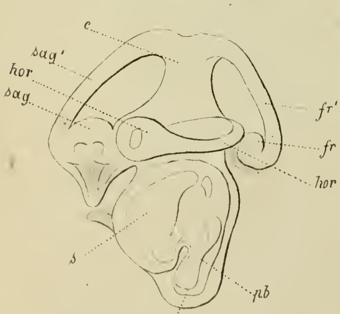


Fig 26.

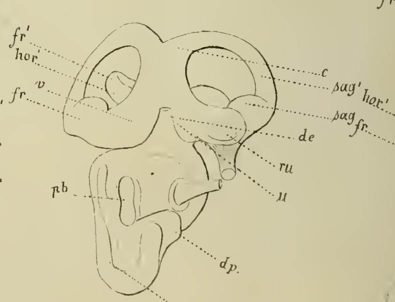
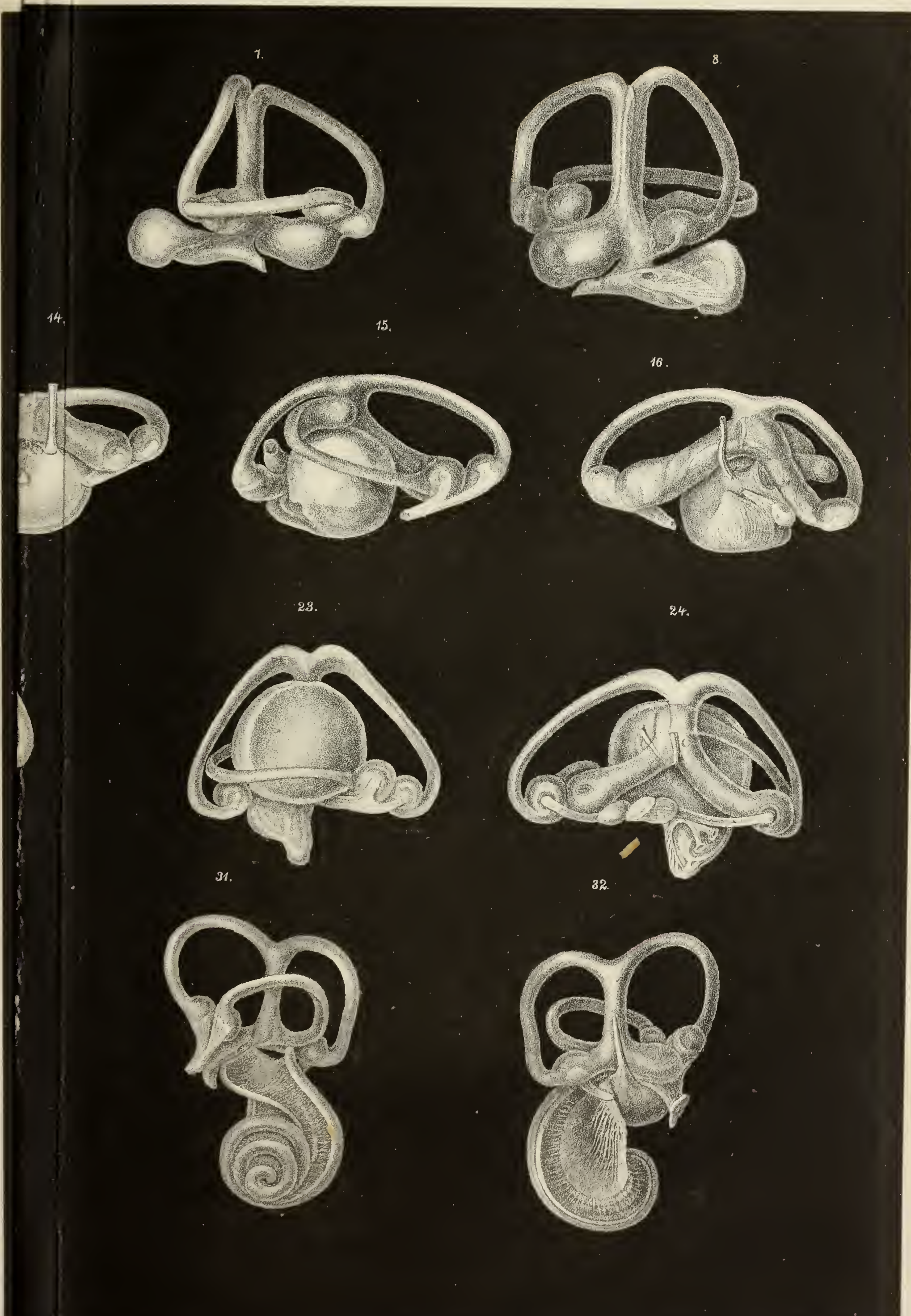


Fig. 27.



Rabus del.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.



Retzius del.

Lith. Anst. v. J. G. Bach Leipzig.